PHYSIKALISCHE ZEITSCHRIFT

No. 17. | 1. September 1904. Redaktionsschluss für No. 18 am 31. August 1904. | 5. Jahrgang.

INHALT:

Originalmitteilungen:
E. Riecke u. J. Stark, Wanderung von Metallionen im Glimmstrom in freier Luft; Demonstrationsversuche. S. 537.
J. A. Mc Clelland, Über die von Radium ausgesandte Emanation. S. 538.
J. J. Borgmann, Elektrisierung eines isolierten metallischen Leiters durch einen ihn umgebenden Metall-Cylinder, der geerdet und von dem zu untersuchenden Leiter durch Luft getrennt ist. S. 542.
P. Lewis, Das Nachleuchten von Metalldämpfen in Stickstoff. S. 546.
S. Maisel, Untersuchungen über den musikalischen Lichtbogen. S. 550.
H. Axmann, Ein eigentümliches Drehmoment im Wechselstrommagnetfelde. S. 554.
H. Axmann, Dauernde elektrische Hauchfiguren. S. 555.
J. Peiser, Tonfiguren. S. 555.
E. Ladenburg, Über die spektrale Energieverteilung der „Quecksilber-Lampe aus Quarzglas". Nachtrag. S. 556.

Referate:
M. Janet, Der Edison-Akkumulator. S. 556.

Besprechungen:
K. Scheid, Chemisches Experimentierbuch für Knaben. S. 557.
G. Lunge, Technisch-chemische Analyse. S. 557.
E. Wedekind, Stereochemie. S. 557.
A. Miethe, Dreifarbenphotographie. S. 557.
H. Bethmann, Die Hebezeuge. S. 558.
M. W. Meyer, Die Naturkräfte. S. 558.
J. Gajdeczka, Maturitäts-Prüfungsfragen aus der Physik. S. 558.
J. Traube, Grundriss der physikalischen Chemie. S. 559.
H. Hess, Die Gletscher. S. 559.
R. Klimpert, Lehrbuch der Akustik. I. S. 559.
F. Reuleaux, Abriss der Festigkeitslehre für den Maschinenbau. S. 559.
M. L. Marchis, Thermodynamik. I. S. 559.
R. Blondlot, *N*-Strahlen. S. 560.
M. Roloff u. P. Berkitz, Leitfaden für das elektrotechnische und elektrochemische Seminar. S. 560.
Jahrbuch der Elektrochemie. S. 560.
Personalien. S. 560.
Gesuche. S. 560.

ORIGINALMITTEILUNGEN.

Wanderung von Metallionen im Glimmstrom in freier Luft; Demonstrationsversuche.

Von E. Riecke und J. Stark.

Von mehreren Beobachtern[1]) sind Versuche über elektrischen Massentransport im Glimmstrom oder im Lichtbogen beschrieben worden; nach H. Kayser sind allerdings diese Versuche für eine Elektrolyse in Gasen nicht beweiskräftig. Ein elektrischer Massentransport im Glimmstrom lässt sich indes mit Hilfe folgender Versuche sicher und anschaulich demonstrieren.

Zwei Kupferstifte von 4 mm Durchmesser wurden mit den Polen einer Akkumulatorenbatterie von 3600 Volt Spannung verbunden. Es entstand bei einem Elektrodenabstand von 1—2 cm Glimmstrom, unter Umständen auch Lichtbogen in freier Luft. In diesen wurden Perlen von *LiCl*, *NaCl*, *KCl*, *CaCl*[2]) mittels eines isoliert gehaltenen Platindrahtes an verschiedenen Stellen eingeführt. Den Gegenstand der Beobachtung bildete die Verteilung der durch die Metalle erzeugten Färbung in dem Glimmstrom. Die wesentlichen Resultate sind im folgenden zusammengestellt.

1. Die Kupferelektroden wurden einander in einem Abstande von 1—2 cm horizontal gegenübergestellt. Der von leuchtenden Dämpfen erfüllte Raum hat die Form eines Dreieckes, dessen Spitze nach der heisseren Kathode verschoben ist (Fig. 1). Wird nun *LiCl* gerade in der Nähe der Kathode in den Glimmstrom

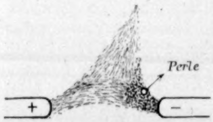


Fig. 1.

eingeführt, so beschränkt sich die rote Färbung des *Li* auf einen kleinen Bezirk in der Nähe der Kathode. Bringt man die Perle in die Nähe der Anode, so wird das *Li* durch den ganzen Glimmstrom hindurch, der aufsteigenden Bewegung des Gases entgegen, nach der Kathode transportiert (Fig. 2). Ganz ebenso verhält sich eine Perle von *NaCl*.

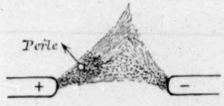


Fig. 2.

2. Die Elektroden wurden in einer vertikalen Linie in einem Abstande von 2 cm einander gegenübergestellt. Die *Li Cl*-Perle wurde oben in die Lichtsäule eingeführt. Lag die Kathode oben, so bildete sich um die Perle herum infolge der Verdampfung eine Wolke von roter Färbung; der ganze untere Teil der Licht-

1) A. Cazin, L'Institut **4**, 154, 1876; E. Warburg, Wied. Ann. **40**, 5, 1890; E. C. Baly, Phil. Mag. **35**, 200—204, 1893; C. W. Baldwin, Phys. Rev. **3**, 370, 1897; J. J. Thomson, Proc. Roy. Soc. **58**, 244, 1895; A. L. Foley, Phys. Rev. **5**, 129, 1897; A. Garbasso, Arch. scienc. **11**, 282, 1901.

2) H. Kayser, Handbuch der Spectroscopie, Leipzig, S. Hirzel, **1**, 162—165, 197—203 **2**, 173—177, 1902.

säule aber blieb farblos (Fig. 3). War dagegen die Kathode unten, so ging die rote Färbung der sehr lebhaften Strömung der heissen Gase entgegen bis zu der Kathode, und diese belud sich mit *Li* (Fig. 4).

Solange keine *Li Cl*-Perle in die Lichtsäule eingeführt wurde, betrug die Spannung 1300 Volt, die Stromstärke 50 Milliampère. Bei Einführung der Perle sank die Spannung um etwa 400 Volt. Diese Erniedrigung hat ihren Grund

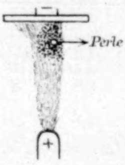


Fig. 3.

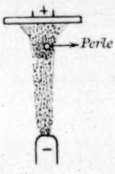


Fig. 4.

ohne Zweifel in der leichten Ionisierung des neutralen aus der Perle entwickelten *Li*-Dampfes.

Versuche mit KCl und mit $CaCl_2$-Perlen gaben ähnliche Resultate. Bei KCl wurde eine Spannungserniedrigung von etwa 670 Volt, bei $CaCl_2$ eine solche von 320 Volt beobachtet.

3. Werden die Perlen in der Reihe der unteren Elektroden in die vertikal gestellte Lichtsäule eingeführt, so gewinnt der vertikal aufsteigende Gasstrom einen grösseren Einfluss auf die Erscheinung der Verhältnisse der Färbung, für die beiden Lagen der Elektroden sind dieselben wie früher, fallen aber weniger ins Auge. Die Spannungserniedrigung ist grösser, sie betrug bei $LiCl$ beispielsweise 640 Volt. Der Grund liegt darin, dass durch den aufsteigenden Gasstrom die Lichtsäule bei grösserer Ausdehnung mit neutralem *Li*-Dampfe erfüllt wird.

4. Die Thatsache, dass die charakteristische Färbung dem Wege der positiven Metallionen folge, giebt eine Stütze für die von dem einen von uns herrührende Ansicht[1]), dass die positiven Atome immer die Träger der Linienspektren sind.

1) J. Stark, Ann. d. Phys. **14**, 506, 1904.

Göttingen, Juli 1904.

(Eingegangen 4. August 1904.)

Über die von Radium ausgesandte Emanation.[1])

Von J. A. Mc Clelland.

Die α-Strahlen des Radiums bestehen erwiesenermassen aus positiv geladenen Partikeln, welche sich mit grosser Geschwindigkeit bewegen; dabei ist die Masse eines Teilchens derjenigen eines Wasserstoffatoms vergleichbar. Die β-Strahlen bestehen, wie gleichfalls gezeigt worden ist, aus geladenen Teilchen, welche sich mit grosser Geschwindigkeit bewegen, doch ist in diesem Falle die Ladung negativ und die Masse der Partikeln sehr klein, selbst im Vergleich zu derjenigen des Wasserstoffatoms.

Über die γ-Strahlen ist bis jetzt wenig bekannt, ausser dass sie eine sehr grosse Durchdringungsfähigkeit besitzen.

Die von Radium erzeugte Emanation ist vielfach untersucht worden, und man kennt viele ihrer Eigenschaften; indessen erscheint die Frage noch nicht völlig gelöst, ob die Emanationspartikeln geladen sind oder nicht; es ist aber wichtig, über diesen Punkt Gewissheit zu haben, wenn man sich eine Vorstellung darüber bilden will, in welcher Weise das Radiumatom zerfällt. Es ist der Zweck der vorliegenden Arbeit, mit möglichster Genauigkeit zu untersuchen, ob die Emanation eine elektrische Ladung trägt oder nicht. Eine Arbeit Rutherfords weist darauf hin, dass sie nicht geladen ist; ich habe es indessen für ratsam gehalten, die Frage direkt zu untersuchen, da Rutherfords Arbeit in Bezug auf diesen Punkt nicht entscheidend ist.

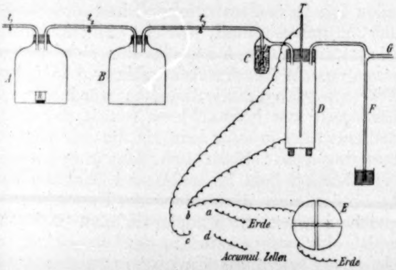
Rutherford hat Emanation lange Zeit hindurch in geschlossenen Gefässen und unter der Einwirkung eines elektrischen Feldes gehalten. In diesem Falle musste man erwarten, dass die Emanation, falls sie geladen wäre, an die eine oder die andere Elektrode getrieben wurde, und der Umstand, dass dies nicht eintritt, weist darauf hin, dass sie nicht geladen sei. Wenn indessen die mit der elektrischen Ladung wandernde Masse im Vergleich zu der Ladung gross wäre, so würde die Bewegung unter dem Einfluss einer elektrischen Kraft sehr langsam sein, und die Emanation würde sich nicht zu den Elektroden bewegen.

Beschreibung des Apparates.

Fünf Milligramm Radiumbromid in Wasser gelöst, sind in einem kleinen Gefäss *R* enthalten, welches von einem Stück dünnen Papiers bedeckt wird, durch das die Emanation leicht hindurchgeht. Das Gefäss *R* wird unter eine grosse luftdicht schliessende Glocke *A* gestellt. Eine zweite grosse luftdicht schliessende Glocke *B* ist in der Weise angeschlossen, wie es die Figur zeigt. *C* ist ein mit Glaswolle gefülltes Gefäss und *D* ist ein cylindrisches Metallgefäss, welches auf Paraffinklötzen ruht und mit einem Paraffinstopfen verschlossen ist, in welchem der Metallstab *T* befestigt ist. Das Glasrohr *F* taucht in Quecksilber und wirkt als Manometer, um den Druck

1) Scientific Transactions of the Royal Dublin Society (2, **8**, 89—94, 1904.

anzuzeigen, wenn D teilweise ausgepumpt ist. Das Auspumpen erfolgt durch eine bei G befindliche Pumpe. Die Buchstaben t_1, t_2 und t_3 bezeichnen Hähne, durch welche die Röhren an den bezeichneten Stellen geschlossen werden können. E ist ein Quadrant-Elektrometer, dessen eines Quadrantenpaar dauernd an Erde liegt, während das andere Paar mit einem Quecksilbernapf b in einem Paraffinblock in Verbindung steht. Der Napf b wird mit einem geerdeten Napf a in Verbindung gehalten, ausser wenn eine Beobachtung gemacht werden soll; alsdann wird das Verbindungsstück entfernt durch einen Schnurlauf, welcher aus einer genügend grossen Entfernung betätigt wird, um Störungen des Elektrometers durch Induktionswirkungen auszuschliessen. Die Quecksilbernäpfe b und c im gleichen Paraffinblock sind mit D und T verbunden, während ein vierter Napf d verbunden ist mit dem einen Pole einer Batterie kleiner Akkumulatoren, deren anderer



Pol zur Erde geleitet ist. Das Gefäss D ist gegen elektrische Störungen von aussen durch eine geerdete leitende Hülle geschützt, welche in der Figur nicht mitgezeichnet ist.

Methode der Untersuchung.

Die Radiumemanation geht leicht durch das dünne Blatt Papier, welches das Gefäss R bedeckt; A enthält daher, nachdem es eine kurze Zeit hindurch geschlossen geblieben ist, eine grosse Menge Emanation. Der Hahn t_2 wird geschlossen und die Gefässe B, C und D teilweise ausgepumpt bis zu irgendeinem gewünschten Druck; dann wird t_3 geschlossen, und t_1 und t_2 werden geöffnet, so wird das Gefäss B mit Luft gefüllt, welches Radiumemanation enthält; darauf werden t_1 und t_2 wieder geschlossen. Während die Quecksilbernäpfe b und c miteinander in Verbindung stehen, wird das Verbindungsstück zwischen a und b entfernt; dann lässt man durch Öffnen des Hahnes t_3 die Emanation in D einströmen. Trägt diese Emanation eine Ladung, so wird dieselbe angezeigt werden durch eine Ablenkung des Lichtzeigers des Elektrometers. Die Glaswolle im Gefäss C hält Staubteilchen zurück, welche durch Reibung elektrisch werden und eine Ablenkung hervorbringen könnten. Die Glaswolle hält auch die Ionen zurück, welche durch die von der Radiumemanation ausgehende Strahlung erzeugt worden sind. Da das ionisierte Gas einige Zeitlang in B und dem zu C führenden Rohr gewesen ist, würde eine Tendenz dahin vorhanden sein, dass mehr negative als positive Ionen durch Diffusion nach den Wandungen verloren gehen; der Überschuss an positiven Ionen würde also eine Ablenkung hervorrufen, wenn dieselben in das Gefäss D eingelassen werden würden.

Um zu prüfen, ob die so in D eingelassene Luft Emanation mit sich geführt hat oder nicht, und in welchem Betrage, wird der Ionisierungsstrom zwischen T und D unmittelbar nach dem Einlassen des Gases in D gemessen. Zu diesem Zweck löst man die Verbindung zwischen c und b und verbindet c mit d. Dadurch wird die Elektrode T auf hohem Potential gehalten, und da die Luft in D durch Strahlung von der Emanation ionisiert erhalten wird, so wird das Gefäss D allmählich geladen werden, und der Betrag der Ladung wird gemessen durch die Bewegung des Lichtzeigers, wenn die Verbindung zwischen a und b unterbrochen wird.

Bevor die Emanation eingelassen wird, geht nur ein sehr schwacher Strom nach D über, wenn T mit der Akkumulatorenbatterie verbunden ist. Dieser geringe Strom rührt von der schwachen Ionisierung her, welche stets in der Atmosphärenluft vorhanden ist.

Wir messen somit durch einen Versuch die von der Emanation etwa mitgeführte Ladung, (falls eine solche überhaupt vorhanden ist), und durch einen zweiten Versuch messen wir die ionisierende Kraft dieser Emanation.

Die Beobachtungen.

Wir wollen nun die Zahlen anführen, die wir bei einem Versuch erhalten haben, welcher einer grossen Zahl anderer ausgeführter Versuche ähnlich verlaufen ist.

Die Kapazität des Elektrometers und der nötigen Verbindungen, mit Einschluss des Gefässes D, betrug 131 elektrostatische Einheiten oder 0,000 145 Mikrofarad, und das Elektrometer gab einen Ausschlag von 60 Skalenteilen für eine Potentialdifferenz von 1 Volt zwischen seinen Quadranten.

Das Einlassen der Radiumemanation brachte einen Ausschlag von nur 4 Skalenteilen hervor.

Der Ionisierungsstrom nach D wurde dann in der oben beschriebenen Weise gemessen, unmittelbar, nachdem die Emanation eingelassen

worden war. Um die Bewegung des Lichtzeigers hinreichend zu reduzieren, wurde mit dem Elektrometer eine Kapazität von 0,1 Mikrofarad verbunden, und die Ablenkung betrug alsdann 100 Skalenteile in 47 Sekunden.

Das Einlassen der emanationshaltigen Luft in das Gefäss D erzeugte, wie festgestellt, einen kleinen Ausschlag von 4 Skalenteilen. Es waren Vorversuche angestellt worden, um zu sehen, ob ein Ausschlag hervorgerufen würde, wenn eine gleiche Menge emanationsfreier Luft in derselben Weise eingelassen wurde. Es fand sich, dass ein kleiner Ausschlag hervorgebracht wurde, welcher wahrscheinlich von irgendwelchem Reibungseffekt herrührt; dieser Ausschlag schwankte bei den verschiedenen Versuchen zwischen 0 und 5 Skalenteilen und erfolgte immer im gleichen Sinne. Die Richtung des Ausschlages von 4 Skalenteilen, welcher erhalten wurde, wenn die Luft Emanation enthielt, war die gleiche, wie die des ohne Emanation enthaltenen.

Nicht nur auf Grund dieses speziellen Versuches, sondern auch auf Grund mehrerer anderer kann man mit Sicherheit sagen, dass die Emanation keine Ladung mit sich führte, welche hinreichend gewesen wäre, eine Ablenkung von mehr als 1 Skalenteil hervorzubringen.

Der Versuch wies also keinerlei Ladung auf der Emanation nach; indessen ist es wichtig, zu berechnen, ob die Emanation geladen sein könnte und die Ladung von geringerem Betrage sein, als dass sie durch den oben beschriebenen Versuch nachgewiesen werden könnte, oder ob das nicht der Fall sein könnte.

Wir wollen die Annahme machen, dass jedes Emanationsteilchen eine Ladung habe gleich derjenigen, welche von einem Gasion geführt wird; wir haben keinen Fall einer Ladung von geringerem Betrage als diese, so dass also, falls die Emanation geladen ist, ihre Ladung aller Wahrscheinlichkeit nach zum mindesten gleich derjenigen eines Gasions ist und grösser sein kann. Wir wollen diese Ladung in elektromagnetischen Einheiten mit e bezeichnen.

Die Kapazität des Elektrometers und der Zuleitungen war 0,000145 Mikrofarad, und ein Skalenteil entspricht einer Potentialdifferenz von $^1/_{60}$ Volt zwischen den Quadranten. Eine Ablenkung von 1 Skalenteil würde also hervorgerufen werden, wenn man in das Gefäss D eine Ladung von

$$\frac{10^8}{60} \times 0{,}000145 \times 10^{-15} = 24 \times 10^{-14}$$

elektromagnetischen Einheiten bringt, oder wenn man in D $\frac{24 \times 10^{-14}}{e}$ Emanationsteilchen eintreten lässt.

Diese Ladung wird hervorgebracht durch Ionen, welche ihre Ladung an D abgeben; die Ladung jedes Ions ist dabei e.

Die in der Sekunde an D abgegebene Ladung ist:

$$\frac{100}{47} \times \frac{10^8}{60} \times \frac{10^{-15}}{10} = 35 \times 10^{-11}$$

elektromagnetische Einheiten.

Die Zahl von Ionen jedes Vorzeichens, welche in D durch die Strahlung von der Emanation erzeugt werden, ist daher $\frac{35 \times 10^{-11}}{e}$ in der Sekunde. Jedes Teilchen der Emanation erzeugt also in dem umgebenden Gase Ionen im Betrage von

$$\frac{35 \times 10^{-11}}{24 \times 10^{-14}} = 1{,}4 \times 10^3$$

in der Sekunde.

Da nun die Emanation beim Einlassen in D keine Ablenkung von mehr als 1 Skalenteil hervorbrachte, so sieht man also, dass sie entweder ungeladen sein muss, oder dass, falls sie geladen ist, jedes Emanationsteilchen eine Strahlung abgeben muss, welche hinreicht, um mindestens 1400 Ionen in der Sekunde zu erzeugen. Wäre die Ausstrahlung von jedem Teilchen geringer als diese, so würde die zur Erzeugung der beobachteten Ionisierung erforderliche Zahl grösser sein als die zur Hervorbringung von 1 Skalenteil Ablenkung notwendige. Diese Zahl ist auf Grund der Annahme berechnet, dass die Ladung der Emanation die gleiche ist, wie die Ladung auf den Gasionen; es ist nicht wahrscheinlich, dass sie kleiner sei als diese, sofern die Emanation überhaupt geladen ist; und falls sie grösser sein sollte, so würde auch die Zahl 1400 entsprechend grösser sein.

Es ist aber keineswegs unwahrscheinlich, dass jedes Emanationsteilchen die Fähigkeit besitzen könnte, im Gefäss D Ionen im Betrage von 1400 in der Sekunde zu erzeugen. Aus diesem Grunde wurde die Untersuchung einen Schritt weiter getrieben.

Es wurde ein empfindlicheres Galvanometer benutzt und auch die Emanationsmenge etwas erhöht. Es wurde ein Dolezaleksches Elektrometer verwandt, welches einen Ausschlag von 4500 Skalenteilen für eine Potentialdifferenz von 1 Volt zwischen seinen Quadranten gab. Bei dieser Empfindlichkeit betrug die Kapazität des Elektrometers und der Zuleitungen 900 elektrostatische Einheiten oder 0,001 Mikrofarad.

Dieses Elektrometer wurde zum Nachweis der Ladung auf der Emanation benutzt; die Ionisierung im Gefäss D nach dem Einlassen der Emanation wurde mit dem früher benutzten Elektrometer gemessen. Die kleine Ablenkung, welche eintrat, wenn emanationsfreie Luft in D eingelassen wurde, wurde vor Gebrauch des

empfindlichen Elektrometers möglichst klein gemacht und schliesslich so weit beseitigt, dass der Ausschlag niemals grösser war als 10 Teile; er schwankte bei den verschiedenen Versuchen zwischen 2 bis 3 und 10 Teilen und erfolgte immer in derselben Richtung.

Wir geben hier die bei einem Versuch mit dem empfindlichen Apparat beobachteten Zahlen an.

Die Ablenkung am Dolezalekschen Elektrometer betrug nach Zutritt der Emanation 10 Teile. Dann wurde das andere Elektrometer zur Messung der Ionisierung benutzt; es gab 100 Teilstriche in 77 Sekunden bei einer zugeschalteten Kapazität von 0,5 Mikrofarad und bei der gleichen Empfindlichkeit wie früher, nämlich 60 Skalenteilen für 1 Volt Potentialdifferenz zwischen seinen Quadranten.

Auf Grund dieses und verschiedener ähnlicher Versuche kann man mit Sicherheit sagen, dass in diesem Falle keine Ablenkung von mehr als 4 Skalenteilen durch die Emanation hervorgerufen ist. Es ist schwierig, eine kleinere Ablenkung mit Bestimmtheit festzustellen, da der Lichtzeiger nicht so ruhig stand wie bei einem unempfindlicheren Instrument.

Stellen wir eine Berechnung ähnlicher Art wie früher an, so finden wir, dass entweder die Emanation ungeladen ist, oder dass jedes Emanationsteilchen durch seine Strahlung zum mindesten 12000 Ionen in der Sekunde erzeugen muss.

Auch diese Strahlung könnte als durchaus möglich betrachtet werden, so dass die Frage, ob die Emanation geladen ist, oder nicht, unerledigt bliebe. Wir haben indessen guten Grund zu der Ansicht, dass nur ein geringer Bruchteil der gesamten Emanationsteilchen in jedem Augenblick als Strahlungs- und Ionisierungscentren wirkt. Die ionisierende Kraft der in einem Gefäss enthaltenen Emanation nimmt mit der Zeit in geometrischer Progression ab, und die Abnahme der ionisierenden Kraft erweist sich in jedem Augenblick proportional der ionisierenden Kraft, ein Ergebnis, welches leicht die Deutung zulässt, dass die Strahlung von einer Veränderung herrührt, welche die Emanationsteilchen erleiden, und dass die Anzahl der in jedem Augenblick sich verändernden Partikeln proportional ist der ganzen vorhandenen Anzahl.

Die ionisierende Kraft $\mathfrak{J}$ lässt sich nach Versuchen (Rutherford, Phil. Mag., April 1903) darstellen durch die Gleichung:

$$\mathfrak{J} = \mathfrak{J}_0 \, E^{-\lambda t},$$

wo λ eine Konstante ist und t die vom Moment $\mathfrak{J} = \mathfrak{J}_0$ an gemessene Zeit ist. Da

$$-\frac{d\mathfrak{J}}{dt} = \lambda \mathfrak{J}$$

ist, so erreicht man, dass λ der Bruchteil der gesamten Emanation ist, der in einer Sekunde eine Veränderung erleidet oder Strahlung aussendet. Wir wissen auch (Rutherford, Phil. Mag., April 1903), dass $\mathfrak{J}$ in etwa 4 Tagen auf die Hälfte seines Wertes sinkt, so dass λ annähernd gleich 2×10^{-6} ist.

Nimmt man also die Theorie an, dass die Emanation eine weitere Veränderung erleidet und dass jedes Teilchen, nur wenn es eine Veränderung erleidet, als Strahlungs- und Ionisierungscentrum wirkt — und dies ist die einzige Theorie, welche mit den Versuchsergebnissen in Einklang zu stehen scheint — so sieht man, dass die oben berechnete Zahl, welche das Minimum der Ionisierung angiebt, die in einer Sekunde von jedem Emanationsteilchen unter der Annahme, dass es geladen sei, hervorgebracht werden muss, mit dem Faktor $\frac{1}{2} \times 10^6$ multipliziert werden müsste.

Multipliziert man 12000 mit $\frac{1}{2} \times 10^6$, so erhält man 6×10^9 als Minimum für die Anzahl von Ionen, welche jedes Emanationsteilchen in der Sekunde erzeugen muss, wenn es an die Reihe kommt, zu zerfallen, angenommen dabei, dass es geladen sei. Diese Zahl erscheint aus mehreren Gründen nicht als möglich. Rutherford (Phil. Mag., Mai 1903) giebt als wahrscheinlichen Wert für die Anzahl von Ionen, welche jeder α-Strahl erzeugt, bevor er im Gase absorbiert wird, 10^5 an. Die Ionisierung rührt in der Hauptsache von α-Strahlen her, so dass also zur Erzeugung der oben berechneten Ionisierung jedes Emanationsteilchen notwendig

$$\frac{6 \times 10^9}{10^5} \text{ oder } 6 \times 10^4 \ \alpha\text{-Strahlen}$$

aussenden müsste.

Nun ist die Masse des α-Teilchens von derselben Grössenordnung wie diejenige des Wasserstoffatoms, und die Emanation ist entstanden aus dem Zerfall des Radiumatoms; es könnte also jedes Emanationsteilchen nicht wohl mehr als etwa 200 α-Strahlen aussenden.

Wir können sonach endgültig schliessen, dass die Emanation nicht geladen ist.

Diese Thatsache — dass nämlich die Emanation ungeladen ist — ist von bedeutender Tragweite für unsere Auffassung über die Art und Weise, in welcher das Radiumatom zerfällt. Das Radiumatom sendet sicherlich positiv geladene Partikeln aus — die α-Strahlen. Die Emanationsteilchen können nicht der nach Aussendung von einem oder mehreren α-Strahlen verbleibende Rest des Atoms sein, denn in diesem Falle müsste die Emanation negativ geladen sein. Das Atom muss also eine gleichgrosse negative Ladung abgegeben haben, sei

es nun durch Emission negativer Teilchen oder auf irgendeine andere Weise.

(Aus dem Englischen übersetzt von Max Iklé.)

(Eingegangen 20. Mai 1904.)

Elektrisierung eines isolierten metallischen Leiters durch einen ihn umgebenden Metall-Cylinder, der geerdet und von dem zu untersuchenden Leiter durch Luft getrennt ist.

Von J. J. Borgmann.

Die Untersuchungen von Elster und Geitel[1]) über den in dem heilsamen Schlamm — dem sogenannten „Fango" aus dem italienischen Kurort Battaglia — enthaltenen radioaktiven Stoff regten mich zu einer ähnlichen Untersuchung der russischen Schlammarten an. Von den bis auf heute untersuchten 5 Schlammarten (sämtliche in getrocknetem Zustande) erwiesen sich 2 als unzweifelhaft radioaktiv, nämlich der Schlamm von dem Liman Kujalnitzky bei Odessa und der Schlamm aus Arensburg von der Insel Oesel. Die Schwefelsäure, die zum Trocknen des Schlammes gedient hatte, erwies sich gleichfalls als radioaktiv. (Der Schlamm wurde unter einer Glasglocke bei starkem Evakuieren getrocknet). Auch das Gas, welches vom Schlamm Kujalnitzky beim Erwärmen ausgeschieden wurde, war radioaktiv und verhältnismässig stark radioaktiv. Dabei wurde dieses Gas, bevor es in den Gasometer gesammelt, durch Schwefelsäure ebenfalls getrocknet.

An meinen Untersuchungen nahm Herr Afanasieff einen sehr regen Anteil. Die von uns angewandte experimentelle Methode war derjenigen analog, welche Mc Lennan und Burton[2]) zur Untersuchung der elektrischen Leitfähigkeit der Luft gebrauchten. Wir benutzten 2 Cylinder, einen (Durchmesser 8,3 cm; Höhe 20 cm) aus Messing, den anderen (Durchmesser 22,5 cm; Höhe 35 cm) aus Zink. Der erste hat einen abnehmbaren Boden, der zweite konnte von der Seite geöffnet werden. Beide Cylinder enthielten axial einen Messingdraht, welcher durch ein Bernsteinröhrchen von dem Cylinder isoliert war. Das Bernsteinröhrchen aber war von einem geerdeten Messingringe, dem „Schutzringe", umgeben. Der Messingring war wieder von einem Isolatorringe umgeben und dieser letzte wurde in den Deckel des Cylinders eingepasst. Nach Wunsch konnte der Draht des einen oder des anderen Cylinders mit einem Quadrantenpaar eines und desselben Dolezalek-Elektrometers, dessen anderes Quadrantenpaar geerdet, und dessen Nadel durch eine Akkumulatorenbatterie auf 100 V. geladen war, verbunden werden. Die aus den Cylindern hervorragenden Teile der Drähte, die Verbindungsdrähte, sowie die Kontaktstellen der Drähte der Cylinder mit den Verbindungsdrähten waren von gut geerdeten messingenen Schutzröhren und besonderen gleichfalls geerdeten messingenen Schutzcylindern umgeben. Die Empfindlichkeit des Elektrometers war so gross, dass einer Potentialdifferenz der beiden Quadrantenpaare von nur 0,01 V. eine Verschiebung der Skala im Fernrohr um 7,1 Teilungen (gleich 7,1 Millimeter) entsprach.

Beim Beobachten der Ionisierung der Luft innerhalb eines der von uns benutzten metallischen Cylinder bemerkten wir folgende merkwürdige Erscheinung. Der metallische Cylinder war geerdet, und der Draht im Cylinder gleichfalls mit der Erde verbunden. Unterbrach man die Verbindung des Drahtes mit der Erde, so trat unmittelbar darauf eine Bewegung der Elektrometernadel ein, welche längere Zeit andauerte. Der Ausschlag vergrösserte sich dabei mehr und mehr. Sogar nach mehreren Stunden trat noch keine Beruhigung ein. Zuerst erklärten wir uns diese Erscheinung als eine eventuelle Elektrisierung des Bernsteinröhrchens, an dem der Draht befestigt war. Diese Elektrisierung konnte sich allmählich dem Drahte mitteilen und so einen Ausschlag der Elektrometernadel bewirken. Oder aber die Erscheinung konnte thermoelektrischer Natur sein und davon herrühren, dass die Drähte der Cylinder, die Verbindungsdrähte und die Quadrante nicht vollständig homogen und nicht überall gleicher Temperatur waren. Die grösste Sorgfalt wurde angewandt, um die Möglichkeit beider oben besprochenen Erscheinungen auszuschliessen. Besondere Sorgfalt wurde den Verbindungsdrähten zugewandt. Sie waren gleichfalls aus Messing, d. h. aus demselben Material, wie die Drähte in den Cylindern und die Quadranten. Damit bei der Unterbrechung der Verbindung des Drahtes mit der Erde keine merkliche Elektrisierung durch Reibung, aber auch kein Volta-Effekt eintreten könne, ward die Verbindung mit der Erde gleichfalls durch einen Messingdraht bewirkt, welcher vom selben Stücke abgeschnitten war, wie die Drähte in den Cylindern. Trotz aller Vorsichtsmassregeln trat die Erscheinung regelmässig ein. Dieses musste unsere Aufmerksamkeit auf die Erscheinung richten, um so mehr, als es sich erwies, dass in den beiden Cylindern, im Zink- und in dem Messingcylinder die Bewegung der Elektrometernadel, nach Unterbrechung der Verbindung des Drahtes in dem Cylinder mit der Erde, in ent-

1) Diese Zeitschr. **5**, 11, 1904.
2) Phil. Mag. **5**, 699, 1903.

gegengesetzten Richtungen erfolgte. Im Zinkcylinder erwarb der isolierte Messingdraht eine allmählich anwachsende positive Ladung, wodurch eine Bewegung der Nadel in der Richtung der kleineren Zahlen hervorgerufen wird. Das sieht man z. B. aus den Beobachtungen vom 23., 24. und 25. April.

			Dem Fadenkreuz des Fernrohrs entspricht Teilstrich
23. April	8 U. 13 M. abends	Der Draht ist isoliert	500
24. „	10 „ 42 „ am Morg.		432
24. „	1 „ 38 „ „ Tage		423
24. „	10 „ „ „ Abend		394
25. „	10 „ 16 „ „ Morg.		391

Im Messingcylinder beobachtet man dagegen bei ähnlichen Verhältnissen eine anwachsende negative Ladung, und eine Bewegung der Skala in der Richtung der grösseren Zahlen. Ich führe hier die Beobachtungen vom 16. April an.

			Im Fernrohr Teilstrich
16. April	12 U. 28 M. am Tage	Der Draht ist isoliert	500
„ „	12 „ 38 „ „ „		522,5
„ „	1 „ 8 „ „ „		568
„ „	1 „ 24 „ „ „		580,5
„ „	2 „ 3 „ „ „		594
„ „	2 „ 45 „ „ „		601,5
„ „	3 „ 13 „ „ „		604,5
„ „	3 „ 25 „ „ „		604,5

Ähnliche Beobachtungsreihen wurden für beide Cylinder mehrere Male hergestellt, immer mit demselben Erfolg.

Offenbar ist die beobachtete Erscheinung nicht zufällig, sondern die Ladung des isolierten Drahtes wird durch die Natur des ihn umschliessenden Cylinders bestimmt. Wir beschlossen, Cylinder aus verschiedenen Materialien zu benutzen. Zu diesem Zwecke bedeckten wir zuerst den Boden des Zinkcylinders mit einer Messingscheibe und stellten darauf einen aus Messingblech gebogenen Cylinder, welcher so angeordnet war, dass der Draht ungefähr mit seiner Achse kongruierte. Auf solche Weise war der Draht jetzt von Messing umgeben. (Nur der Deckel des Zinkcylinders war nicht durch Messing geschützt.) Wurde nun der Draht isoliert, der Cylinder aber wie früher in Verbindung mit der Erde gelassen, so trat sofort eine Bewegung der Elektrometernadel in entgegengesetzter Richtung ein (Bewegung der Skala im Fernrohr in der Richtung zu den grösseren Zahlen), also eine negative Ladung. Dieses ist aus folgenden Zahlen ersichtlich:

			Im Fernr. Teilstrich
27. April	4 U. 30 M.	Der Draht ist isoliert	500
„ „	7 „ 10 „		564,5

Richtete man in derselben Weise umgekehrt im Messingcylinder einen Zinkcylinder ein, so konnte man auch hier eine Änderung des Zeichens der Ladung beobachten. Die Ladung wurde positiv, statt negativ, was folgende Zahlen zeigen:

			Im Fernr. Teilstrich
28. April	10 U. 5 M. morg.	Der Draht ist isoliert	500
„ „	12 „ 42 „ am Tage		407,5
„ „	1 „ 5 „ „ „		401
„ „	2 „ 5 „ „ „		390,5
„ „	7 „ 15 „ abends		394 (?)
„ „	11 „ 30 „ „		377
29. „	9 „ 25 „ morg.		365

Ausser Messing und Zink wurden noch folgende Metalle untersucht: Aluminium, Blei, Eisen, Appliqué (Kupfer, mit einer Schichte Silber bedeckt), Zinn (dickes Stanniol) und Nickel. Aus allen diesen Metallen wurden Cylinder ungefähr gleicher Dimensionen verfertigt: Durchmesser 7,5 cm; Höhe 19,5 cm. Nach der Reihe wurden diese Cylinder in den Messingcylinder eingeführt, wobei jedesmal eine Scheibe von demselben Material wie der zu untersuchende Cylinder auf den Boden des Messingcylinders gelegt wurde. Nachher wurde in gewohnter Weise verfahren. Der Cylinder blieb geerdet; der Draht wurde isoliert und die Bewegung der Elektrometernadel beobachtet, solange, bis schliesslich der Ausschlag sich nicht mehr änderte, sondern nahezu konstant wurde. Fast in allen Fällen verlief die Erscheinung folgendermassen. Unmittelbar nach der Isolierung des Drahtes trat eine anfangs ziemlich gleichmässige Bewegung ein, welche jedoch allmählich langsamer wurde, um schliesslich sich asymptotisch einer Maximalgrösse zu nähern; manchmal geschah es, dass die Nadel, nachdem der Ausschlag eine Maximalgrösse erreicht hatte, wieder zurück ging und sich schliesslich auf einem gewissen

Den Draht umgiebt ein	Definitiver Ausschlag	
Messing-Cylinder . .	—104,5	3 Messungen ergaben dasselbe Resultat
Zink-Cylinder	+135	
Aluminium-Cylinder . .	+132,5	
Blei-Cylinder	+247	2 Mess. [erg. fast dass. 2.—4. Mai 240 4.—5. Mai 247
1. Eisen-Cyl. (oxydiert)	—40[1]	
2. Eisen-Cyl. (gereinigt)	>+21	Die Beobachtung wurde unterbrochen, bevor die Bewegung zu Ende ging
2. Eisen-Cyl. (nochmals ordentlich mit Carborund-Papier gereinigt)	—80	
Zinn-Cylinder	+89[2]	
Nickel-Cylinder . . .	—30	
Silber-Cyl. (Appliqué mit Silberfläche n. innen)	—50[3]	
Kupfer-Cyl. (Appliqué m. Kupferfl. n. innen)	—18[4]	

[1]) Der Ausschlag erreichte erst die Grösse —59 und fiel dann auf —40.

[2]) Der Ausschlag erreichte erst die Grösse —39 und änderte sich dann auf +89.

[3]) Der Ausschlag erreichte erst die Grösse —70 und fiel dann auf —50 (durch 2 Beobachtungen bestätigt).

[4]) Der Ausschlag erreichte erst die Grösse —62,5 und fiel dann auf —18.

Ausschlag, der kleiner ist oder sogar entgegengesetztes Vorzeichen besass, beruhigte.

Die Tabelle am Schluss der vorhergehenden Seite enthält die definitiven Ausschläge in Skalenteilen ausgedrückt, wie sie für die verschiedenen Metalle gefunden wurden.

Wir erinnern, dass der Potentialdifferenz 0,01 V. eine Verschiebung der Skala um 7,1 Teilstrichen entspricht.

Während dieser Beobachtungen mussten wir zu den Vorstellungen gelangen, dass auch der Verbindungsdraht allein eine Ladung aufnehmen könne, da er ja auch von einem Metall, der geerdeten Messingröhre, umgeben ist. Deshalb wurden auch solche Versuche angestellt, in welchen der Verbindungsdraht, welcher ja in allen Versuchen in gleichen Verhältnissen blieb, allein beobachtet wurde. Die Verbindung mit beiden Beobachtungscylindern wurde unterbrochen und im mittleren Schutzcylinder eine besondere Einrichtung getroffen (ein gut geerdeter Messinghaken) um den Verbindungsdraht und also auch den Elektrometer zu erden. In einem gewissen Moment wurde diese Verbindung mit der Erde unterbrochen und das System: Verbindungsdraht-Quadrantenpaar isoliert. Sogleich kam die Elektrometernadel in Bewegung, welche ziemlich lange andauerte. Schliesslich stellte sich ein Gleichgewicht ein, d. h. die Lage der Elektrometernadel wurde konstant bis auf kleine Bewegungen, welche durch Nebeneinwirkungen zu erklären sind.

Die folgende Tabelle ist eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse der Beobachtungen.

Mit dem Elektrometer ist nur der Verbindungsdraht verbunden.

					Im Fernrohr Teilstrich
13. Mai	9 U. 59 M.	abends		Der Verbindungsdraht wird isoliert	500
„ „	11 „ 35 „	„			517
14. „	9 „ 52 „	morg.			558,5
„ „	1 „	am Tage			563,5
„ „	1 „ 45 „	„ „			567,5
„ „	2 „ 55 „	„ „			574,5
„ „	3 „ 58 „	„ „			579,5
„ „	5 „ 25 „	„ „			592
„ „	8 „ 20 „	abends			598 (?)
„ „	11 „ 7 „	„			596 (?)
15. „	10 „ 20 „	morg.			590,5
„ „	1 „ 10 „	am Tage			593
„ „	4 „ 25 „	„ „			592
„ „	6 „ 3 „	abends			594
„ „	10 „ 45 „	„			590
16. „	10 „ 3 „	morg.			593

Der Verbindungsdraht ist geerdet. Im Fernrohr Teilstrich 500. Also der Verbindungsdraht allein verursacht einen Elektrometerausschlag von —93 Skalenteilen, was mehr als —0,13 V. entspricht! Selbstverständlich elektrisiert sich der Verbindungsdraht auch dann, wenn er mit einem der Drähte in den Beobachtungscylindern verbunden ist. Die Wirkung des Cylinders auf den in ihm enthaltenen Draht und der Schutzröhren auf den Verbindungsdraht geschieht gleichzeitig, darum kann bei ungleicher Geschwindigkeit beider Prozesse der eine anfangs überwiegen, was an den mit Anmerkungen versehenen Reihen der vorletzten Tabelle zu sehen ist.

Zieht man die Erscheinung an dem Verbindungsdraht von der beobachteten Gesamtwirkung ab, so kommt man zu folgenden definitiven Ergebnissen:

Der Messingcylinder verursacht im Elektrometer einen Ausschlag*)	von —104,5	Teilstrich., gleich	—0,147 V.
„ Zinkcylinder „ „ „ „ „	„ +228	„ „	+0,321 „
„ Aluminiumcylinder „ „ „ „ „	„ +225,5	„ „	+0,318 „
„ Bleicylinder „ „ „ „ „	„ +340	„ „	+0,479 „
„ Eisencylinder (oxydiert) verurs. im „ „ „	„ +53	„ „	+0,075 „
„ Eisencyl. (frisch gereinigt) verurs. im „ „ „	„ +13	„ „	+0,018 „
„ Zinncylinder verursacht im „ „ „ „	„ +182	„ „	+0,256 „
„ Nickelcylinder „ „ „ „ „	„ +63	„ „	+0,089 „
„ Silbercylinder „ „ „ „ „	„ +43	„ „	+0,026 „
„ Kupfercylinder „ „ „ „ „	„ +75	„ „	+0,10 „

*) Dieser Ausschlag wurde nicht korrigiert. Wahrscheinlich würde bei gleichem Durchmesser des Schutzrohrs und des Cylinders der Ausschlag —93 sein.

Man kann diese Ergebnisse jedoch nicht als genau betrachten, da die Berechnung, d. h. das Abziehen der Wirkung des Schutzrohres auf den Verbindungsdraht, vielleicht nicht ganz richtig ist.

Jedenfalls beweisen unsere Versuche eine Ladung des Drahtes durch irgendeine Wirkung des den Draht umgebenden Cylinders, welcher die ganze Zeit geerdet bleibt, wobei das definitive Potential des Drahtes von dem Stoffe des Cylinders abhängt. Da innerhalb eines geschlossenen Raumes die Luft schliesslich immer merklich ionisiert ist, so ist aus dem sich einstellenden konstanten Potential des Drahtes zu schliessen, dass die Elektrisierung dieses Drahtes immer fortbesteht, dass er also ebensoviel durch diese Elektrisierung an Ladung gewinnt, als er durch die ionisierte Luft verliert.

Die von uns beobachtete höchst bemerkenswerte Erscheinung muss noch weiter erforscht werden. Aus den bis jetzt von uns gewonnenen Ergebnissen kann man, wie es scheint, darauf schliessen, dass diese Erscheinung bei ein und demselben Cylinder von dem Grade der Ionisation der Luft im Cylinder, sowie von dem Zustand der Oberfläche des Cylinders in hohem Grade abhängt. Thatsächlich beobachteten wir bei einem und demselben Cylinder, an dem während dieser Beobachtung nichts geändert wurde sehr verschiedene Geschwindigkeit des Anwachsens des

Potentials je nach dem Zustand der Ionisierung der Luft im Cylinder. Je grösser die Ionisierung der Luft war, desto schneller wuchs die Elektrisierung des Drahtes im Cylinder. Dieses ist klar aus folgenden Beobachtungen zu ersehen, welche mit einem Messingcylinder angestellt wurden. (Der Messingcylinder enthielt keinen anderen Cylinder, also auf den Draht wirkte Messing.)

16. April. Messingcylinder. Die Ionisierung ist durch die Bewegung der Nadel um 9,3 Teilstriche in der Minute dargestellt.

Der Draht wird isoliert um	im Fernr. Teilstrich
12 U. 28 M. am Tage	500
1 „ 8 „ „ „ (nach 40 M.)	568
1 „ 24 „ „ „ („ 56 „)	580,5
3 „ 13 „ „ „ („ 2 St. 45 Min.)	**604,5**

Der definitive Ausschlag.

18. April. Derselbe Cylinder. Ionisierung . . . . . . 3,15 Teilstriche in der Minute.

Der Draht wird isoliert um	im Fernr. Teilstrich
3 U. 6 M. am Tage.	500
3 „ 36 „ „ „ (nach 30 M.)	526
3 „ 56 „ „ „ („ 50 „)	542
4 „ 6 „ „ „ („ 1 St.)	550,5

Die Beobachtung wurde nicht fortgesetzt.

Die Bedeutung des Zustandes der metallischen Oberfläche des Cylinders für die Elektrisierung des Drahtes, sowie für die Ionisierung der Luft im geschlossenen Cylinder ist besonders deutlich aus unseren Beobachtungen mit dem Bleicylinder, welcher in den Messingcylinder eingesetzt war, ersichtlich.

Der Bleicylinder war aus einem Bleiblatt hergestellt und mit Schmirgelpapier gereinigt.

2. Mai. Vor dem Einsetzen des Bleicylinders war die Ionisierung der Luft im Cylinder 4,4 Teilstriche in der Minute.
Gleich nach dem Einsetzen des Cylinders . . . . . . 19 Teilstriche in der Minute.

	Der Draht wurde isol. um	im Fernrohr Teilstrich
	1 U. 30 M. am Tage	500
	1 „ 45 „ „ „	486
	2 „ 32 „ „ „	459
	3 „ 30 „ „ „	439
	9 „ 55 „ abends	355
3. Mai.	9 „ 5 „ morgens	308
	11 „ 7 „ „	305
	2 „ 45 „ am Tage	293
4. Mai.	3 „ 20 „ „ „	**260**

definitiver Ausschlag.

Dabei war der Grad der Ionisierung . . . . . . 23,3 Teilstriche in der Minute.

Derselbe Bleicylinder 3 Tage nach seiner Anfertigung und Reinigung.

4. Mai. Vor der Einführung des Bleicylinders war die Ionisation im Cylinder 2,4 Teilstriche in der Minute.
Gleich nach dem Einführen des Bleicylinders war die Ionisation im Cylinder 18,7 Teilstriche in der Minute.

	Der Draht wurde isol. um	im Fernrohr Teilstrich
	5 U. am Tage	500
	5 „ 20 M. „ „	432
	5 „ 30 „ „ „	407
	5 „ 50 „ „ „	368
	8 „ 43 „ „ „	275
5. Mai.	10 „ 30 „ morgens	**253**

definitiver Ausschlag

Dabei war der Grad der Ionisierung . . . . . . 26,2 Teilstriche in der Minute.

Derselbe Cylinder wurde sorgfältig gereinigt. Er wurde flachgebogen, seine Oberfläche mit einem Messer abgeschabt und mittels polierten Stahles geglättet. Unmittelbar darauf wurde der Cylinder in den Messingcylinder eingesetzt.

23. Mai. Gleich nach Einsetzen des Bleicylinders war die Ionisierung . . . . . . 13,6 Teilstriche in der Minute.

	Der Draht wurde isol. um	im Fernrohr Teilstrich
	3 U. 2 M. am Tage	500
	3 „ 25 „ „ „	501,5
	4 „ 47 „ „ „	487
	5 „ 10 „ „ „	475,5
	10 „ 9 „ abends	386,5
24. Mai.	9 „ 45 „ morgens	330
	12 „ 35 „ am Tage	323,5
	7 „ abends	310
25. Mai.	9 „ 49 „ morgens	271 def. Ausschlag
	2 „ am Tage	271
	4 „ „ „	271
	6 „ 30 „ abends	271
	8 „ 15 „ „	271
26. Mai.	9 „ 30 „ morgens	271

Dabei war der Grad der Ionisation . . . . . . 20,6 Teilstriche in der Minute.

Diese Ergebnisse lassen vermuten, dass das Verdichten (Zusammenpressen) der Oberfläche des Bleies seine Radioaktivität, sowie seine Fähigkeit den im Cylinder enthaltenen Draht zu elektrisieren, abschwächt, und dass der normale Zustand des Bleies sich erst allmählich wiederherstellt.

Aus der von uns beobachteten Erscheinung der Elektrisierung des Drahtes im Cylinder lässt sich selbstverständlich der Schluss ziehen, dass auch die Luft im Cylinder elektrisiert ist. Daraus wiederum würde sich die Elektrisierung der Atmosphäre, d. h. die atmosphärische Elektrizität erklären lassen.

Worin besteht aber eigentlich die von uns beobachtete Erscheinung? Ist sie ganz neu, d. h. von niemand bemerkt, oder aber ist es nur eine Abänderung einer Erscheinung, die unter anderen Bedingungen schon bekannt ist? Ich möchte hier an eine Erscheinung erinnern, welche, wie mir scheint, in naher Beziehung zu der beobachteten steht. Als ich 1896 zusammen mit H. A. Gerschun die Entladung eines Leiters, welcher sich in durch Röntgenstrahlen beeinflusster Luft befand, beobachtete, bemerkte ich die ungleiche Wirkung solcher Luft auf eine resp. positiv oder negativ elektrisierte Zinkscheibe.[1]) Meine Beobachtungen führten mich zum Schlusse, dass eine positiv geladene Zinkscheibe nicht nur sich vollständig entladet, sondern das Zeichen der Ladung ändert, d. h. eine bestimmte negative Ladung aufnimmt. Etwas später bestätigte Minchin[2]) meine Folgerungen und zeigte ausserdem, dass ein Leiter aus Blei dieselbe Ladung enthält; dagegen erhält ein Leiter aus Kupfer unter denselben Bedingungen eine positive Ladung. Etwas später fand

1) Electrician **36**, 501, 1896; C. R. **122**, 378, 1896.
2) Electrician **36**, 713, 1896.

Rutherford[1]), dass Zink negativ elektrisierte Luft schneller entladet, als positiv elektrisierte, dagegen entladet Kupfer beide Arten von elektrisierter Luft fast gleichschnell. (Einen kleinen Unterschied bemerkte Rutherford doch.) Eng verbunden mit den eben citierten Thatsachen ist jene Wiederherstellung der Potentialdifferenz an zwei in einiger Entfernung parallel zueinander aufgestellten verschiedenartigen Metallscheiben, wenn der Zwischenraum zwischen den Scheiben durch Röntgenstrahlen beeinflusst wird, wie sie von Erskine Murray[2]) und Perrin[3]) beobachtet wurde, oder ebenso, wenn in diesen Zwischenraum Becquerel-Strahlen gerichtet werden, wie es Lord Kelvin, Beattie und Smolan[4]) und in letzter Zeit auch Lord Blythswood und Allen[5]) gesehen haben. Aus den citierten Beobachtungen lässt sich folgender Schluss ziehen: Zink entzieht der durch Röntgenstrahlen ionisierten Luft die negativen Ionen, dadurch entsteht in der Luft ein Überschuss von positiven Ionen, also eine positive Ladung. In unseren Beobachtungen war die Luft im geschlossenen Cylinder auch ionisiert, und bestand der Cylinder aus Zink, welcher ausserdem geerdet war, so wurden fortwährend negative Ionen der Luft entzogen und die Luft dadurch positiv elektrisiert. Unsere Beobachtungen bestätigen diese Anschauung. Auch andere Metalle müssen eine ähnliche Wirkung ausüben wie Zink, aber nicht in gleichem Masse. Es ist klar, dass die Wirkung eines Metalls von dem Grade der Ionisation sowie von dem Zustand seiner Oberfläche abhängig sein muss.

Wenn meine Berechnung (in Bezug auf die Elektrisierung des Verbindungsdrahtes durch das Schutzrohr) berechtigt ist, so bewirken alle Metalle, ausgenommen Messing, eine positive Elektrisierung des Drahtes und also auch der Luft. Ist die positive Elektrisierung der Luft nicht dadurch zu erklären, dass Metalle α-Strahlen ausstrahlen? Eine bestätigende oder verwerfende Antwort auf diese Frage kann nur durch weitere Untersuchungen gegeben werden.

Zum Schlusse möchte ich noch folgende Mitteilung hinzufügen. Da mich die Frage interessierte, was für eine Wirkung der heilsame Schlamm, wenn er radioaktiv ist, auf die Bakterien ausübe, wandte ich mich an Dr. E. London und bat ihn, den Kujalnitzky-Schlamm in dieser Hinsicht zu untersuchen. Dr. London ist meiner Bitte freundlich entgegengekommen und hat die Untersuchung vorgenommen. Nun erhalte ich von ihm einen Brief, aus welchem ich mit seiner Einwilligung folgendes citiere: „Ich habe mich endlich unzweifelhaft überzeugen müssen, dass aus dem von mir untersuchten Schlamm sich eine Emanation ausscheidet, welche auf das Wachstum der Bakterien hemmend einwirkt . . ."

Das physikalische Institut der k. Universität St. Petersburg, 29. Mai 1904.

(Eingegangen 6. Juni 1904.)

1) Philos. Mag. **43**, 241, 1897.
2) Proc. Roy. Soc. **59**, 333, 1896.
3) C. R. **124**, 496, 1897.
4) Phil. Mag. **45**, 277, 1898; **46**, 115, 1898.
5) Phil. Mag. **6**, 701, 1903.

Das Nachleuchten von Metalldämpfen in Stickstoff.

Von Percival Lewis.

Verschiedene Arten des Nachleuchtens in Vakuumröhren wurden von mehreren Forschern bereits untersucht.[1]) In den meisten Fällen wurde das Nachleuchten in Gasgemischen beobachtet oder in solchen Gasen, welche nicht sehr sorgfältig gereinigt worden waren. Die angewandte Entladungsform war anscheinend entweder der gewöhnliche Induktionsstrom ohne Funkenstrecke und Kapazität oder die elektrodenlose Entladung; meistens wurde das Spektrum als ein kontinuierliches beschrieben. In jenen Fällen aber, in denen das Spektrum als ein diskontinuierliches beschrieben ist, fehlen nähere Angaben über seinen Charakter; im ultravioletten Teile scheinen ausserdem keine Beobachtungen angestellt worden zu sein.

Im Jahre 1899 beobachtete der Verfasser ein Nachleuchten in Stickstoff, welches in manchen Punkten von dem früher beschriebenen verschieden zu sein schien.[2]) Es zeigte sich nur in möglichst reinem Stickstoff; nur eine sehr kräftige Funken-Entladung war imstande, die Erscheinung hervorzubringen, wobei in den Stromkreis ein Kondensator und eine Funkenstrecke eingeschaltet war. Wurde dagegen der einfache Induktionsstrom angewendet, so blieb die Erscheinung vollständig aus. Das Nachleuchten trat auf bei jedem Druck von wenigen Millimetern bis zu 10 und 12 Centimetern, und es wurde seitdem bei Einschaltung einer kurzen Funkenstrecke bis zu Drucken von 35 cm erhalten. Das Spektrum war diskontinuierlich; es bestand im sichtbaren Teile aus 4 verwaschenen Linien oder Banden von ungefähr den Wellenlängen 6240, 5780, 5740 und 5410.

Die schmale glänzende Funkenbahn war von einer dunkel-gelben phosphoreszierenden Lichthülle umgeben, welche bei geringen Drucken die ganze Röhre ausfüllte; sie erstreckte sich manchmal 20 cm und mehr von der Funken-

1) Kayser, Handbuch d. Spectroscopie I, S. 249; Newall, Proc. Cambr. Soc. **9**, 295, 1897; Goldstein, Verh. d. Phys. Ges. S. 110, 1900.
2) Lewis, Ann. d. Phys. (4) **2**, 447, 459, 1900.

bahn an, und sie blieb mehrere Sekunden, nachdem der Strom aufgehört hatte, leuchtend. Bei jeder Entladung pflanzt sich dieses Leuchten langsam durch die Röhre von den Elektroden an wie eine Rauchwolke fort. Lässt man frisches Gas in die Röhre strömen, so treibt, wie schon Warburg[1]) beobachtet, das phosphoreszierende Gas wie eine leuchtende Wolke dahin. Die Lichthülle und das Nachleuchten verschwanden sofort, wenn auch nur eine Spur eines fremden Gases zugelassen wurde, z. B. Wasserstoff, Kohlensäure, Wasserdampf und besonders Sauerstoff. Der benutzte Stickstoff wurde durch Erhitzen einer Lösung von Natriumnitrit und Ammoniumsulfat[2]) entwickelt; er wurde von Sauerstoff sorgfältig dadurch befreit, dass man ihn durch eine Pyrogallollösung streichen liess, und von Wasserdampf dadurch, dass man eine Reihe von Trockenröhren einschaltete. Bei Benutzung von atmosphärischem Stickstoff, der sehr sorgfältig von Sauerstoff befreit war, trat das Nachleuchten nur ganz schwach auf.

In der letzten Zeit stellte der Verfasser weitere spektroskopische Beobachtungen über dieses Nachleuchten an; sie erstreckten sich auch in den Bereich der ultravioletten Strahlen hinein, was durch Benutzung eines Quarz-Spektrographen ermöglicht wurde. Das Gas wurde wie früher hergestellt; man liess es durch Lösungen von Pyrogallol und Kaliumhydroxyd und durch Trockenröhren streichen, welche festes Kaliumhydroxyd, Natronkalk und Phosphorsäureanhydrid enthielten.

Spektrum der Lichthülle.

Die Lichthülle erstreckte sich mehrere Centimeter über die Funkenstrecke hinaus. Wenn man eine gekrümmte Röhre benutzt und die direkte Entladung abschirmt, so kann die kontinuierliche Strahlung der Lichthülle auf den Spalt des Spektrometers fallen, ohne dass Licht von der direkten Entladung in den Spektrographen dringen kann. Wegen der verhältnismässig geringen Leuchtkraft der Lichthülle war eine Expositionszeit von einer Stunde und mehr erforderlich.

Die so erhaltenen Spektra waren diskontinuierlich; sie enthielten viele Linien und Banden im Ultravioletten, ausser den vier Linien im sichtbaren Teile des Spektrums, die schon früher beobachtet waren.

Es zeigte sich die bemerkenswerte Thatsache, dass eine Anzahl von Metalllinien auftraten. Alle lichtstarken Quecksilberlinien wurden gefunden; die hellste Linie im Spektrum war die Quecksilberlinie bei 2537. Wurden Aluminiumelektroden benutzt, so waren auch die intensivsten Aluminiumlinien vorhanden. Die helleren Stickstoffbanden waren auf allen Platten zu sehen, ferner einige unbekannte Linien und Banden. Die direkte Entladung zeigte nur das Linienspektrum des Stickstoffs und die helleren Quecksilberlinien; die letzteren jedoch waren verhältnismässig viel schwächer als in dem Spektrum der Lichthülle, die ausserhalb der Funkenbahn sich ausdehnte.

Bei Platinelektroden zeigte das Nachleuchten im allgemeinen keine Änderung; der sichtbare Teil des Spektrums war derselbe wie früher, der ultraviolette Teil dagegen wies einige Unterschiede auf. Die drei Platinlinien bei 2988, 3064 und 3157 waren deutlich sichtbar. Die Quecksilberlinien waren lichtstark. Die Stickstoffbanden waren sehr schwach. Andere Linien und einige Banden mit scharfen Rändern gegen den violetten Teil des Spektrums hin konnten nicht identifiziert werden.

Mit Eisenelektroden trat dasselbe Bandenspektrum auf wie mit Platinelektroden; es zeigten sich aber keine Metalllinien, mit Ausnahme der Quecksilberlinien; möglich ist vielleicht, dass die Eisenlinien bei 2788 und 4325 vorhanden waren.

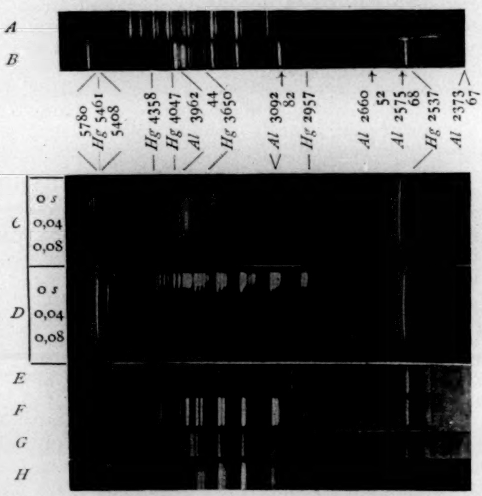
Die helleren Zinklinien konnten beobachtet werden, wenn Zinkelektroden angewandt wurden. Mit dem gewöhnlichen käuflichen Zink konnte keine Lichthülle erhalten werden; wurde aber chemisch reines Zink benutzt, so trat sie sofort auf.

Die hellsten und die am meisten charakteristischen Linien waren die vier Linien im sichtbaren Teile des Spektrums, welche schon früher beobachtet worden waren, abgesehen natürlich von der Quecksilberlinie bei 2537. Die grünen und die gelben Linien sind sehr nahe den Quecksilberlinien, fallen aber nicht ganz mit ihnen zusammen, und unterscheiden sich von ihnen sehr, sowohl im allgemeinen als auch in Bezug auf ihre gegenseitigen Intensitäten. Mit einem Spektroskop von grosser Dispersion wurden subjektive Beobachtungen angestellt, die Wellenlängen wurden genauer bestimmt. Bei 6245 war eine breite und verwaschene, aber symmetrische Linie mit einer schwachen Linie auf beiden Seiten; deren Wellenlänge betrug 6320 und 6175; die gelben Linien waren in 3 Paare geteilt, 5865—45, 5800—5780, 5760—35. Das mittlere Paar war das stärkste. Diese Linien überlagern die Quecksilberlinien bei 5790 bis 69; sie scheinen aber von denselben ganz verschieden zu sein, da sie auch auftraten, wenn das Quecksilberspektrum sehr stark war. Die grüne Linie nahe bei 5410 war ein kannelliertes Band, das Ende gegen den roten Teil hin war bei 5408. Ein schwächeres Band, das gegen

1) Warburg, Arch. des sc. phys. et nat. **12**, 504, 1884.
2) Es ist möglich, dass der so erhaltene Stickstoff eine Spur von *NO* enthielt; S. Kreusler, Ann. d. Phys. **6**, 419, 1901.

den violetten Teil hin steil abfiel, war bei 5005. Alle diese Linien und Banden liegen nahe den Linien und Banden im gewöhnlichen Stickstoffspektrum; ihr Aussehen jedoch und ihre gegenseitigen Intensitäten zeigen, dass sie verschiedenen Ursprunges sind.

Die beigegebenen Figuren zeigen einige der erhaltenen Resultate. *A* ist das Spektrum der direkten Entladung (Expositionszeit 3 Minuten); es zeigt die Linien und Banden des Stickstoffs und einige Quecksilberlinien; *B* ist das Spektrum der Lichthülle in demselben Gase mit Aluminiumelektroden (Exposition 1 Stunde). *E* ist das Spektrum der Lichthülle mit Platinelektroden



(Exposition 1 Stunde). *F* ist das Spektrum der einfachen Induktionsentladung durch dasselbe Gas; es zeigt die Stickstoffbanden und die stärksten Quecksilberlinien. Man beachte, um wieviel stärker die Quecksilberlinie bei 2537 im Spektrum der Lichthülle als im Spektrum der Entladung ist, wenn man sie mit den Stickstoffbanden vergleicht. *G* ist das Spektrum der Lichthülle mit Eisenelektroden. Der Druck schwankt bei allen diesen Untersuchungen zwischen 5 mm und 10 mm. *H* ist das Spektrum des Nachleuchtens von NO_2 in einer käuflichen Röhre; das Spektrum ist kontinuierlich vom roten zum blauen Ende, wie sich durch subjektive Beobachtungen bei stärkerer Dispersion ergiebt. Die Stickstoffbanden im Ultraviolett sind lichtstark; eine Spur von Metalllinien kann aber nicht entdeckt werden.

Spektrum des Nachleuchtens.

Weitere Beobachtungen erstreckten sich auf das Spektrum des Nachleuchtens, welches nach der Unterbrechung des Stromes blieb. Eine rotierende Scheibe mit vorragenden Sektoren, getrieben durch einen Elektromotor, schirmte den Spalt teilweise ab, während die Entladung durchging. Der Strom wurde durch Öffnen eines Kontaktes unterbrochen, so lange bis der Spalt teilweise abgeschirmt war; der Sektor, der sich abwärts bewegte, liess verschiedene Phasen des Nachleuchtens auf verschiedene Teile des Spaltes fallen. Das untere Ende des Spaltes wurde erst etwa 0,08 Sekunden nach Aufhören des Stromes der Strahlung ausgesetzt. Die Expositionszeit dauerte ungefähr $1/_6$ Sekunde; dann wiederholte sich der Prozess durch einen anderen Sektor, der den Kontakt herstellte. Die Resultate sind teilweise in nebenstehender Figur bei *C* und *D* dargestellt. Im obersten Teil sieht man das Spektrum der Entladung, das sich zusammensetzt aus:

1. den Stickstoffbanden,
2. „ Quecksilberlinien,
3. „ Linien bei 5780 und 5408.

Wenn der Strom zur Zeit $t = 0$ sec unterbrochen wird, so verschwinden die Stickstoffbanden beinahe sofort, obschon einige von den stärkeren für sehr kurze Zeit zu bleiben schienen. Die Quecksilberlinien und die charakteristischen Linien der „Lichthülle" blieben ohne Unterbrechung bestehen und waren noch 0,08 sec nach der Entladung sehr intensiv. Bei *C* — ein Versuch, der bei einem Druck von ungefähr 25 mm angestellt ist — sieht man die stärkeren Aluminiumlinien bei 3962—44 und bei 3092—82; andere Aluminiumlinien zeigen sich in dem Original-Negativ, jedoch leider nicht mehr in den Reproduktionen. Ausserdem treten noch andere starke Linien und Banden auf, welche nicht zu identifizieren sind.

D ist bei einem Drucke von ungefähr 4 mm aufgenommen; hier erscheinen die Aluminiumlinien nicht; einige Linien, die dem Quecksilber oder der Lichthülle eigen sind, sind verhältnismässig viel schwächer. Die Aluminiumlinien zeigten sich nur bei verhältnismässig hohen Drucken; eine starke disruptive Entladung schien nötig zu sein, um den Dampf oder die Elektronen zu zerstreuen. Manchmal erschienen die Aluminiumlinien überhaupt nicht, aber wenn sie auftraten, so war dies stets in Verbindung mit der Nachglut. Es wurden ferner Photographien mit einem Glasprisma von viel stärkerer Dispersion aufgenommen, nach einer Methode, die vor kurzem beschrieben wurde.[1]) Diese Methode zeigt das Differentialspektrum eines jeden Teiles einer langen Vakuumröhre. Aus den Photographien ist zu ersehen, dass das Aluminiumlinienpaar bei 3962—44 beinahe gleichmässig lichtstark ist auf eine Strecke von 5 cm

1) Lewis, Astrophys. Journ. **18**, 258, 1903.

über die Elektroden hinaus in der Nachglut-Lichthülle, bis zu ihrer eigentlichen Grenze. War aber kein Nachleuchten vorhanden, so traten die Linien nur in der unmittelbaren Nähe der negativen Elektrode auf. Sie schienen intensiver und weiter nach der Seite der Elektrode von der Entladung weg vorhanden zu sein. Aluminiumdampf und Elektronen müssen überall in diesem Gebiete vorhanden gewesen sein.

In einem Falle erschienen die Quecksilberlinien in dem Spektrum der Nachglut nicht. Dies rührte davon her, dass ein Stückchen von feuchtem Phosphorsäureanhydrid in einer Trockenröhre die Diffusion des Quecksilberdampfes von der Pumpe aus verhinderte. Sonst war das Spektrum das gleiche wie früher. Daraus folgt, dass der Quecksilberdampf keinen wesentlichen Anteil bei dem Nachleuchten hat.

Etwas Quecksilber-Natrium-Amalgam wurde in die Röhre gebracht und erhitzt. Das Nachleuchten trat zwar noch auf; aber die Farbe war fast weiss durch den Überschuss an Quecksilberdampf. Die Quecksilberlinien im Spektrum waren sehr viel stärker geworden; die anderen Linien der Nachglut waren zwar etwas geschwächt, aber nicht ausgelöscht. Die Natriumlinien erschienen nicht, mit Ausnahme in dem Teile ganz nahe an den Elektroden; und sie blieben nicht im Spektrum des Nachleuchtens.

Mit Zinkelektroden konnten die Zinklinien im Spektrum des Nachleuchtens nicht gesehen werden, obwohl sie sich im Spektrum der Lichthülle zeigen.

Neue Banden.

Das Spektrum der Lichthülle bei Anwendung von Platinelektroden wies einige starke Banden mit scharfen Rändern gegen das violette Ende hin auf; dieselben Banden erschienen sehr konstant im Spektrum der Nachglut, wie man in Fig. D sieht. Die angenäherten Wellenlängen dieser Banden sind: 2755, 2895, 3040, 3205, 3385, 3580 und 3845. Durch weitere Untersuchungen will der Verfasser aufklären, ob diese Banden von einer Sauerstoffverbindung des Stickstoffs herrühren oder nicht. Diese Banden hatten auf den verschiedenen Platten nicht immer die gleiche Intensität.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Das Nachleuchten tritt nur in Stickstoff auf, der sorgfältig von allen Beimengungen gereinigt ist, mit Ausnahme von Metalldämpfen und möglicherweise von *NO*; notwendig ist eine starke elektrische Entladung.

2. Das Spektrum des Nachleuchtens ist diskontinuierlich, bestehend aus Banden und Linien.

3. Einige von diesen Linien rühren von Quecksilber und Aluminium her, während einige von den Banden neu zu sein scheinen.

4. Das Nachleuchten der Metalldämpfe ist eine Begleiterscheinung des Nachleuchtens des Stickstoffs; ihre Ausstrahlung hört sofort mit der Entladung auf, ausser es ist ein Nachleuchten; ihre Gegenwart scheint aber für das Nachleuchten nicht wesentlich zu sein.

5. Die Aluminiumstrahlung dauert wenigstens 0,08 Sekunden nach dem Durchgange des Stromes noch an; die Quecksilberstrahlung ist noch sehr stark nach diesem Zeitintervall.

6. Die Aluminiumlinien erscheinen nur bei verhältnismässig hohen Drucken, während die Quecksilberlinien bei allen Drucken erscheinen; bei sehr niedrigen Drucken sind sie die stärksten in der Nachglut.

Wiedemann und Schmidt[1]) haben gezeigt, dass Metalldämpfe unter dem Einflusse von Licht fluoreszieren, und Hertz[2]) und der Verfasser dieser Arbeit[3]) haben dargethan, dass sie auch unter der direkten Einwirkung der Kathodenstrahlen fluoreszieren, aber keiner scheint früher beobachtet zu haben, dass diese Dämpfe auch dann noch phosphoreszieren, wenn die Ursache aufgehört hat zu wirken. Crew[4]) fand, dass die Ausstrahlung der Metalldämpfe im elektrischen Bogen innerhalb 0,001 Sekunde, nachdem der Strom unterbrochen war, aufhörte.

Man nimmt gewöhnlich an, dass das Nachleuchten entweder durch chemische Umsetzungen oder durch polymere Umlagerungen in einem Gas hervorgerufen wird. Das Nachleuchten der Metalldämpfe kann herrühren entweder von chemischen Reaktionen mit dem Gas, oder aber davon, dass die Elektroden Elektronen abstossen, welche in Berührung mit dem umgebenden Gase Strahlen aussenden.

Goldstein[5]) beschrieb einige Formen des Nachleuchtens der Lichthülle, welche den hier beschriebenen ähnlich zu sein scheinen. Er bezieht sich auch auf einige nicht veröffentlichte Beobachtungen von Hertz über das Spektrum des Nachleuchtens in Stickstoff, das diskontinuierlich ist; genaue Einzelheiten eines solchen Spektrums aber wurden niemals veröffentlicht; keiner scheint die sehr bedeutsame Thatsache bemerkt zu haben, dass bei diesem Nachleuchten Metalldämpfe beteiligt sind.

Kreusler[6]) fand, dass Stickstoff, auf chemischem Wege hergestellt, eine beträchtliche Menge von *NO* enthält; die Gegenwart dieses Gases ist vielleicht für das Nachleuchten notwendig. Es ist jedoch schwierig, diese Annahme mit der Thatsache in Einklang zu bringen, dass die geringsten Spuren von Sauerstoff das Zustandekommen des Nachleuchtens verhindern, oder damit, dass

1) Wiedemann und Schmidt, Wied. Ann. **57**, 447, 1896.
2) Hertz, Wied. Ann. **19**, 809, 1883.
3) Lewis, Phys. Zeitschr. **3**, 498, 1902.
4) Crew, Proc. Am. Acad. **33**, 337, 1898.
5) Goldstein, l. c.
6) Kreusler, l. c.

das Nachleuchten nicht durch eine gewöhnliche Induktionsentladung, sondern nur durch eine Funkenentladung hervorgerufen werden kann.

Der Verfasser hat die Absicht, sich weiterhin mit diesem Gegenstande zu beschäftigen, um zu finden, ob das Nachleuchten in reinen Gasen möglich ist oder ob es von etwaigen fremden Beimengungen herrührt; ferner will er die elektrischen Verhältnisse in dem glühenden Gase aufklären. Es sollen die Spektra der verschiedenen Verbindungen des Sauerstoffs mit dem Stickstoff untersucht und das Nachleuchten in anderen Gasen studiert werden. Die Endresultate werden im Astrophysical Journal veröffentlicht werden.

Der Verfasser dankt Mr. P. E. Rowell für seine wirksame Unterstützung.

Berkeley, Californische Universität, 1. Mai 1904.

(Aus dem Englischen übersetzt von Karl Stöckl.)

(Eingegangen 27. Mai 1904.)

Untersuchungen über den musikalischen Lichtbogen.

Von S. Maisel.

1. In der ersten Arbeit über den musikalischen Lichtbogen wies Herr Duddell[1]) als die Hauptbedingung für das Entstehen von Schwingungen auf die Eigenschaft $\frac{dv}{di} < 0$ hin, welche im Bogen erfüllt sein muss. Hier ist dv — die momentane Änderung der Spannung und di — die momentane Änderung des Stromes im Bogen. Diese Bedingung ist aber für in ziemlich weiten Grenzen liegende Schwingungsperioden nur beim Bogen zwischen Homogenkohlen streng erfüllt. In allen anderen Fällen wird schon bei ziemlich langsamen Stromänderungen das Verhältnis $\frac{dv}{di} > 0$. Infolgedessen könnte nur ein Bogen zwischen Homogenkohlen singen. Diese Bedingung wurde von Herrn Duddell mathematisch aus der Annahme, die Energie der Schwingungen komme nur vom Kondensatorkreise, abgeleitet. Später wurde die Bedingung auch von Herrn P. Janet[2]) bestätigt, der sie auch mathematisch aus der Annahme, der Strom sei im Kondensatorkreise sinusförmig, ausführte. In der letzten Zeit wies Herr Duddell[3]) wieder in einem Briefe an die Redaktion des „Electrician" auf die zweifellose Wichtigkeit dieser Bedingung für das Singen des musikalischen Bogens hin und lehnte auf Grund derselben die Möglichkeit der Existenz in ihm von Schwingungsperioden kleiner als 0,00001 Sek. ab, denn bei 100000 Schwingungen pro Sek. wird die Grösse $\frac{dv}{di}$ selbst bei homogenen Kohlen positiv. Die Gültigkeit der von Duddell aufgestellten Hauptbedingung war auch von allen angenommen.

Indessen, bald nach dem Briefe des Herrn Duddell berichtete Herr Wertheim-Salomonson[1]), dass er im musikalischen Bogen 400000 Schwingungen pro Sek. beobachtet und 135000 photographisch registriert habe. eine ungefähr zu derselben Zeit erschienene Arbeit des Herrn Corbino[2]) zeigte, dass der Strom im Kondensatorkreise gar nicht sinusförmig und sogar nicht symmetrisch sei. Von der anderen Seite war durch die Arbeiten von Wertheim-Salomonson[3]) Ascoli und Manzetli[4]) und die meinige[5]) bewiesen, dass die Thomsonsche Formel zur Berechnung der Bogenperiode nicht genüge. So wurden in einer ziemlich kurzen Zeit alle unsere Kenntnisse von der Erscheinung des Singens unter Zweifel gestellt. Es soll bemerkt werden, dass bis zur letzten Zeit keine Theorie des Phänomens ausgesprochen und dass das Bestehen der Schwingungen im Bogen nicht erklärt worden ist.

In der erwähnten Arbeit von Herrn Corbino ist eine Erklärung des Mechanismus des musikalischen Bogens gegeben, der ich in einigen Teilen völlig zustimmen muss. Leider lässt auch er $\frac{dv}{di} < 0$ als Hauptbedingung bestehen. Diese Anschauung, die dem Bogen und auch dem Material der Elektroden eine Hauptrolle in der Erregung dauernder Schwingungen zuschreibt, erregte in mir schon seit lange grossen Zweifel. Es ist wahr, dass die Bedingung von Duddell und Janet auf mathematischem Wege abgeleitet ist; aber die Mathematik muss, wie schon längst bekannt, sich nur auf streng bewiesene Thatsachen stützen. Das war hier eben nicht der Fall.

Schon am Ende des vorigen Jahres wollte ich mich mit der Durchmusterung der Grunderscheinungen im musikalischen Bogen beschäftigen, aber die Arbeit musste auf ziemlich lange Zeit aufgeschoben werden und erst vor kurzem konnte ich mich wieder mit ihr beschäftigen.

2. Den entscheidenden Einfluss auf meine Untersuchungen übte die sinnreiche Theorie des elektrischen Bogens aus, welche unabhängig

1) The Electrician **46**, 269, 1900. (Vergl. das Referat in dieser Zeitschrift **2**, 425 u. 440, 1901.)
2) C. R. 1902, **134**, 462 et 821.
3) The Electrician 1093. September.

1) The Electrician 1903. October.
2) Atti della Assoc. Elettrot. Italiana, **7**, 597, 1903.
3) Versl. Kon. Akad. Wet. Amsterdam, 1902 p. 381.
4) Rendiconti dei Lincei 11, p. 11, 1902.
5) Diese Zeitschr. **4**, 532, 1903.

von W. Mitkiewicz [1]), J. Stark [2]) und J. J. Thomson [3]) entwickelt wurde. Nach dieser Theorie, wie bekannt, spielt in der Bogenerscheinung die Hauptrolle der Temperaturzustand der Kathode. Wenn der Bogen erloschen ist, so kann er sich von selbst wieder anzünden nur in dem Falle, wenn die Kathode eine genügend hohe Temperatur besitzt. Die Temperatur und das Material der Anode spielt dabei keine Rolle. Die von mir im vorigen Jahre gemachten Bandphotographien des musikalischen Bogens und die weiter beschriebenen stroboskopischen Untersuchungen haben gezeigt, dass der Bogen zwischen Homogenkohlen während jeder Schwingungsperiode erlischt und sich wieder anzündet. Mir schien es, dass dieses Erlöschen die Hauptsache im Singen sei. Da aber nach der Theorie von Mitkiewicz die Anode im Wiederanzünden des Bogens keine Rolle spielt, so probierte ich, die Anode statt aus Kohle aus Eisen zu machen. Mit einiger Mühe bekam ich das Singen auch mit solch einem Bogen. Zwar zischte dabei der Bogen sehr stark und war der Ton nicht deutlich, aber doch konnte man ganz gut beim Anschliessen des Kondensatorstromkreises das Singen hören, welches gleich aufhörte, wie man die Abzweigung ausschaltete. Es lag sehr nahe, den Strom umzuwenden und das Eisen zur Kathode zu machen. Das that ich und bekam auch in diesem Falle ein verwischtes Tönen. Dann versuchte ich beide Elektroden aus Eisen zu machen und es gelang mir, nach ziemlich langen Bemühungen das Singen zu vernehmen. Auch in diesem Falle war das Tönen undeutlich, aber es gelang mir, wie weiter auseinander gesetzt wird, auch ganz klare Töne bei diesen Bedingungen zu bekommen. Die Schwingungsperiode war in diesen Versuchen ungefähr 0,0008 Sek. Herr Duddell schreibt, dass alle Dämpfe (ausgenommen Kohlendämpfe) bei raschen Schwingungen der Stromstärke das Verhältnis $\frac{dv}{di} > 0$ zeigen. Da ich in dem beschriebenen Falle Eisendämpfe hatte, so musste ich schon hier $\frac{dv}{di} > 0$ haben. Um aber recht sicher zu sein, entschloss ich mich, einen Bogen zu nehmen, wo das Verhältnis $\frac{dv}{di}$ gewiss grösser als Null ist. Ich wählte den Quecksilberbogen. Für diesen ist, wie Herr Weintraub zeigte, schon bei ganz langsamer Änderung der Stromstärke die Grösse $\frac{dv}{di} > 0$.

3. Zuerst versuchte ich einen musikalischen Bogen zwischen Kohle-Kathode und Quecksilber-Anode zu bekommen. Der benutzte Apparat ist auf Fig. 1 abgebildet. Im Gefäss A ist die Luftspannung bis auf 3 mm herabgesetzt, C ist die Kohlenelektrode, Hg ist Quecksilber. Der Bogen tönte laut, obgleich im Gefäss ein Vakuum gemacht war, denn die Schwingungen wurden dem Quecksilber und der Glaswand übergeben. Als ich den Strom auch hier umschaltete, so bekam ich dasselbe Resultat, wie zuvor: auch bei der Quecksilberkathode tönte der Bogen laut. Nach diesem vorläufigen Versuche schritt ich zum reinen Quecksilberbogen über. Da während einer jeden Schwingung der Bogen erlischt und sich wieder anzünden muss, so soll auch die Potentialdifferenz an den Elektroden zu der selbständigen Zündung ausreichen. Der Quecksilberbogen fordert aber zum Zünden einige Tausend Volt. Da ich nicht im Besitz einer so grossen Spannung war, so wandte ich mich zu der von Herrn Weintraub [1]) vorgeschlagenen Methode, welche nicht mehr als 100 Volt fordert. Sie besteht darin, die Kathode des zu untersuchenden Bogens zugleich zur Kathode eines kleinen Hilfsbogens zu machen. — Das von mir benutzte Schaltungsschema ist auf Fig. 2 abgebildet. Hier ist E die Akkumulatorenbatterie, A die gemeinschaftliche Kathode, B Anode des Hauptbogens, R_1 sein Regulierwiderstand, C Anode des Hilfsbogens, R_2 sein Regulierwiderstand, U zweipoliger Ausschalter, L Selbstinduktion, K Kapazität des Kondensatorkreises. In den Stromkreis des Hilfsbogens ist eine Reaktivspule λ eingeschaltet, um den Strom in ihm konstant zu halten.

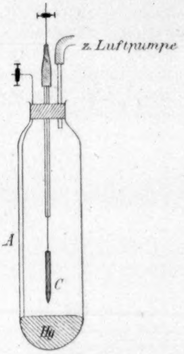


Fig. 1.

Wenn man den kleinen Bogen AC durch Schütteln der Röhre anzündet, so aktiviert sich die Kathode und der lange Bogen AB zündet sich schon von selbst an bei einer Spannung

1) Journ. Russ. Phys.-Chem. Ges. 1903, p. 507 und 675.
2) Ann. d. Physik, **12**, 673, 1903.
3) Conduction of Electricity through gases. p. 418.

1) Phil. Mag. (6) 7, 95, 1904.

von ungefähr 120 Volt. In meinem Bogen war die Anode *B* aus Quecksilber; das störte mich sehr. Einige Tage lang konnte ich trotz aller Mühe kein Singen vernehmen. Ich wollte schon die Sache aufgeben, da bemerkte ich, dass das Quecksilber auf der Anode heftig verdampfte. Als nun der Kondensatorkreis gleich nach dem Aufleuchten des Bogens angeschlossen wurde, ehe noch das Quecksilber viel verdampfen konnte, vernahm man endlich sehr deutlich das Tönen. Augenscheinlich störte die grosse Masse Dämpfe dem Einsetzen der Schwingungen. Auch in diesem Falle, trotz des hohen Vakuums in der Röhre ($< 0{,}01$ mm), waren die Schwingungen deutlich hörbar. Der Ton war sehr rein, aber

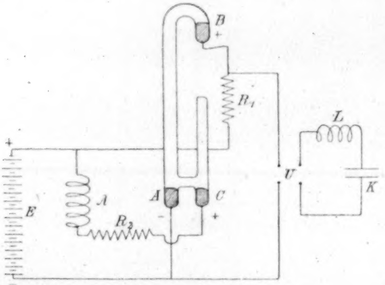


Fig. 2.

nicht dauerhaft und nicht immer leicht zu bekommen. Um ihn mehr konstant zu machen, müsste man die Anode *B* aus Eisen oder Graphit verfertigen. Die Strombedingungen des musikalischen Bogens waren bei mir: im grossen Bogen *AB* (18 cm lang) Stromstärke ca. 2 Amp., Spannung *e* 30 Volt, im kleinen *AC*-Strom ca. 1 Amp.

Die Bedeutung des musikalischen Quecksilberbogens in der drahtlosen Telegraphie wurde schon von Herrn Prof. Simon[1]) ausführlich besprochen. Ich möchte nur darauf hinweisen, dass bei der von mir angewandten Methode die Erzeugung ungedämpfter Schwingungen im Quecksilberbogen nicht nur bei niedriger, sondern auch bei beliebig hoher Spannung eine ziemlich leichte Sache ist. Aber das gehört schon zur Praxis.

4. Was die Theorie betrifft, so ist das Singen des Quecksilberbogens im klarsten Widerspruch mit der Bedingung $\frac{dv}{di} < 0$. Wenn wir uns aber zum Ursprunge dieser Bedingung wenden, so sehen wir, dass sie aus der Annahme, der Strom sei sinusförmig oder, was eigentlich dasselbe ist, die Energie der Schwingungen wäre ausschliesslich vom Kondensatorstromkreise geliefert, entspringt. Unterdessen hat Corbino gezeigt, dass die Stromkurve im Kondensatorkreise sehr weit von einer Sinuskurve abweiche. Ich habe den Strom im Bogen selbst mittels einer Braunschen Röhre untersucht. Auf Fig. 3 ist eine von mir gefundene Kurve für einen 2,5 Amp. Bogen zwischen Kohlenelektroden abgebildet. Die Kurve ähnelt nicht im mindesten einer Sinuskurve. Merkwürdig ist das sehr rasche Fallen des Stromes und das relativ langsame Aufsteigen. Aus der Kurve kann man auch klar sehen, dass der Strom eine gewisse Zeit lang vollständig Null ist, also der Bogen nicht existiert. Noch lehrreicher ist die Spannungskurve, welche auf Fig. 4 abgebildet ist. Hier sehen wir, dass die Spannung ganz plötzlich fast bis zu Null herabfällt und dann langsam aufsteigt. Aus den zwei abgebildeten Kurven wurde Kurve *a* bei ruhigem Singen beobachtet und Kurve *b* bei etwas unruhigem. — Wenn wir jetzt alles

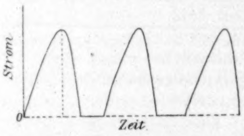


Fig. 3.

zusammenfassen, was gesagt ist, so können wir eine klare Einsicht in den Mechanismus des musikalischen Bogens bekommen.

Wenn zum ruhig brennenden Bogen Selbstinduktion und Kondensator in der Abzweigung angeschaltet wird, so muss die Elektrizität in grosser Menge zu der Kapazität strömen. Wenn der Hauptstrom nicht stark genug ist, um gleichzeitig den Bogen zu speisen und den Kondensator zu laden, so muss infolge dieser Strömung die Spannung am Bogen sinken. Sie kann so weit herunter sinken, dass sie kleiner (oder auch gleich) als die Summe des Kathoden- und Anodenfalles wird und in dem Augenblick

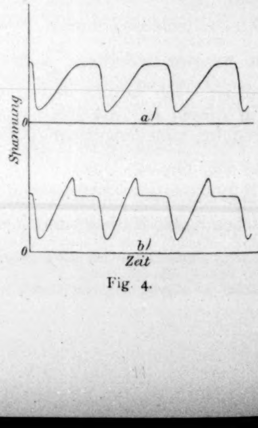


Fig. 4.

1) Simon und Reich, diese Ztschr. **4**, 364, 1903; Simon, diese Ztschr. **4**, 737, 1903.

muss der Bogen erlöschen. Dann bleibt schon nur der einfache Stromkreis — Kondensator-Batterie — übrig und die Ladung hängt vom Widerstand und Selbstinduktion, die in diesen Stromkreis eingeschaltet sind, ab. Der Kondensator lädt sich jetzt mehr oder minder schnell wahrscheinlich fast bis zur vollen Potentialdifferenz der Batterie. Aber zur selben Zeit, als sich der Kondensator lädt, wächst die Spannung auch in der Bogen-Stromabzweigung und in einem Moment, wenn die Kathode noch heiss genug ist, wird der Bogenwiderstand durchsetzt. Dann fängt der Bogen wieder an zu brennen und der Kondensator muss anfangen, sich zu entladen. Wegen des Daseins einer Selbstinduktion kann er sich nicht bis zur Bogenspannung entladen und dann stehen bleiben. Er geht bedingt bis zu Null herunter. Und wenn er da angekommen ist, so fängt das Spiel wieder von neuem an. Die Entladung des Kondensators vollzieht sich ungefähr nach den Thomsonschen Formeln, aber dem ist nicht so mit der Ladung. Jetzt können wir sehen, dass:

a) die Bedingung $\frac{dv}{di} < 0$ gar keine Bedeutung hat, denn während des Erlöschens des Bogens wird von dem Hauptstrom zum Kondensator ganz genügend Energie zugeführt und der Strom kann nur ausnahmsweise sinusförmig sein;

b) daraus folgt, dass musikalische Bögen theoretisch beliebiger Frequenz und mit beliebigen Elektroden bekommen werden können;

c) es muss die Kathode hohe Temperatur besitzen oder aktiviert sein; anders wird beim Anschliessen des Kondensators der Bogen erlöschen;

d) der Bogen wird nur unter gewissen Bedingungen der Stromstärke und der Potentialdifferenz an den Elektroden tönen (das habe ich auch im vorigen Jahre beobachtet, z B. ein 3,8 Amp. Bogen sang nur bei 56 Volt Spannung u. s. w.);

e) die Ladungsperiode muss von der Hauptstromstärke abhängen und je kleiner der Hauptstrom ist, desto länger muss die Ladungsperiode sein. Infolgedessen muss die Periode des musikalischen Bogens von der Hauptstromstärke abhängen und desto grösser sein, je schwächer der Strom. Das habe ich auch im vorigen Jahre beobachtet (ich bekam[1]): für einen 3,8 Amp. Bogen $T = 0{,}000755$, für einen 3,0 Amp. $T = 0{,}000788$; für einen 2,05 Amp. $T = 0{,}000\,800$ und für 1,75 Amp. $T = 0{,}000\,835$).

5. Das Singen des eisernen Bogens steht im klaren Widerspruch mit Punkt *c*. Denn es ist bekannt, dass die metallischen Kathoden sich schnell abkühlen und daher das Anzünden eines erloschenen Bogens zwischen Metallelektroden von selbst nicht erfolgen kann.[1]) Diesen Punkt wollte ich auch untersuchen. Wie schon oben gesagt, singt der metallische Bogen und auch der Bogen zwischen Kohlekathode und Eisen sehr unklar, er zischt sehr stark. Wenn aber auch ein Kohlenbogen zischt, so singt er sehr schlecht, unregelmässig und unklar. Als ich wirklich den Strom im singenden eisernen Bogen mit der Braunschen Röhre untersuchte, so bekam ich eine ganz verwirrte Kurve, in der ich nichts verstehen konnte, die aber gewiss nicht bis zur Null herabsank, also der Bogen in keinem Momente erlosch. Da mit einer solchen Kurve nichts anzufangen war und überhaupt der zischende Bogen sich schlecht zur Untersuchung eignet, so bemühte ich mich, einen ruhigen eisernen Bogen zu bekommen. Dazu musste ich den Strom bis 2 Amp. und niedriger senken und die Bogenlänge bis ungefähr einen Millimeter verkürzen. Dann bekam ich einen Bogen, der einen reinen, starken Ton ausgab, aber sehr schnell, ungefähr in $^1/_2$ Sek., erlosch. Das muss auch so sein, wenn die oben besprochene Theorie richtig ist, denn es ist keine Ursache zur Erhaltung hoher Temperatur oder Aktivierung der Kathode vorhanden. Man könnte durch Erhitzung der Kathode den Eisenbogen länger singen lassen. In dem von mir verwendeten Quecksilberbogen besteht die Sache anders. Das dauernde Singen des zischenden Bogens kann man noch nicht genügend erklären: es steht augenscheinlich in enger Verbindung mit dem noch wenig bekannten Phänomen des Zischens.

In dem Augenblick, wo der eiserne Bogen klar zu singen anfängt, wird seine Stromkurve auch klar und ähnlich der Kurve im Kohlenbogen. Der Strom sinkt dann in jeder Periode einmal bis zur Null.

Einen ähnlichen Fall bietet auch der Bogen zwischen Kohlekathode und Eisen. Es ist sehr schwer, auch diesen Bogen nicht zischend zu bekommen. Man muss dafür den Strom sehr schwach machen. Dann wird aber die Kohle zu wenig gewärmt und kühlt sehr schnell ab. Daher muss man sie scharf abspitzen bis zu einer Dicke von ungefähr $1\,^1/_2$—2 mm. In diesem Falle wird die Spitze stark erwärmt, verliert nicht so schnell ihre Wärme und der Bogen giebt einen starken, reinen Ton sekundenlang (einigemal bis zu 15—30 Sek.) ab. Am Ende kühlt sich doch die Kathode ab und der Bogen erlischt.

Ich beabsichtige noch den Bogen zwischen Kohle und Quecksilber eingehender zu unter-

1) Journ. Russ. Phys.-Chem. Ges. 1903, S. 635.

1) Blondel, C. R. **127**, 1016; **128**, 727; 1898.

suchen und Stromkurven für ihn zu bekommen. Auch soll der Quecksilberbogen auf seine Strom- und Spannungskurve untersucht werden.

6. Noch Einiges möchte ich über die stroboskopische Beobachtung des musikalischen Bogens sagen. In der Untersuchung des Bogens leistete mir die stroboskopische Methode gute Dienste, denn sie zeigte mir unzweifelhaft, dass der musikalische Bogen während jeder Periode erlösche. Ein Elektromotor drehte vor dem Bogen eine grosse (70 cm Durchmesser) Kartonscheibe, auf deren Umfang 96 Öffnungen gemacht waren. Eine Linse entwarf das Bogenbild auf die Öffnungen, eine zweite Linse gab ein Bild auf dem Schirm oder auf der photographischen Platte. Die Scheibe wurde in rasche Umdrehung gesetzt (ungefähr 12,5 U. per Sek.). Wenn dann die Zeit zwischen dem Vorübergehen zweier nebeneinander liegender Öffnungen vor dem Bogenbilde grade der vollen Bogenperiode gleich ist, so wird auf dem Schirm immer dieselbe Phase zu sehen sein. Man kann auch die Phase langsam sich ändern lassen, indem man die Scheibe sich etwas schneller oder langsamer umdrehen lässt. So ist es möglich, jede beliebige Phase zu untersuchen, zu photographieren, und auch allen Erscheinungen, die sich im musikalischen Bogen während einer Schwingung vollziehen, zu folgen. Es ist auch sehr interessant, den Bogen sich verkleinern, dann plötzlich erlöschen, eine Zeitlang dunkel bleiben, wieder erscheinen und wachsen zu sehen. Solche Beobachtungen, glaube ich, könnten noch viel Interessantes über den Bogen überhaupt und auch insbesondere über den musikalischen Bogen ergeben. Ich versuchte auch, Photographien einiger Phasen zu machen. Zwei von ihnen sind auf Fig. 5 abgebildet. Rechts ist der Bogen im Maximum, links im Minimum vorgestellt. Man kann leicht sehen, dass der Bogen vollständig erlischt und nur noch die leuchtenden Kohlenspitzen (auf Fig. 5 nur die Anode) etwas sichtbar bleiben. Die Exposition beider Photographien war ungefähr

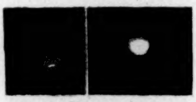


Fig. 5.

$^1/_{200}$ Sek. Die Periode des Bogens 0,00075 Sek., die Elektroden aus Homogenkohlen. — Als ich auch den eisernen zischenden und singenden Bogen stroboskopisch untersuchen wollte, konnte ich durchaus keine Stroboskopie erzielen. Das ist auch leicht erklärlich, denn der zischende Bogen giebt selbst starke Lichtintensitätsschwankungen und verwirrt die Stroboskopie. Im Gegensatz hierzu giebt der Quecksilberbogen eine genügend klare Stroboskopie. Eingehender habe ich den letzteren auf stroboskopischem Wege noch nicht untersucht. — In allen hier beschriebenen Experimenten hatte ich in dem Kondensatorstromkreise eine Kapazität von 3,43 MF. und eine Selbstinduktion von $3,4 \cdot 10^{-3}$ Henry.

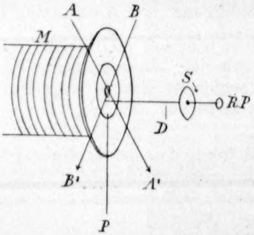
Universität St. Petersburg, Physikal. Institut.

(Eingegangen 16. Juni 1904.)

Ein eigentümliches Drehmoment im Wechselstrommagnetfelde.

Von Hans Axmann.

Wenn man in das Feld eines stabförmigen Wechselstrommagneten M (Stromstärke ca. 15 Amp. bei 110 Volt) möglichst parallel den austretenden Kraftlinien, am besten in horizontaler Lage einen Stab (Draht) D von weichem Eisen bringt, so dass dieser dem Pol P nahe kommt, aber denselben nicht berührt, vielmehr,



am andern Ende RP (Ruhepunkt) fixiert, frei schwingen kann, so treten an demselben eigentümliche Drehmomente auf, welche sich auf andere drehbar an ihm befestigte Körper übertragen lassen.

Zu den letzteren nimmt man am einfachsten eine Pappscheibe (Postkarte) S, 8—10 cm Durchmesser, lose aufgesteckt, welcher man eine feste, kurze Achse aus diamagnetischem Stoffe geben kann; statt der Pappe können auch Metallröhren und Ringe, wie aus Aluminium oder Silber Verwendung finden. — Bei Stromschluss kreist die Scheibe mit grosser Geschwindigkeit, und zwar, wenn der schwingende Draht mit dem freien Ende in der Richtung AA' geführt wird, links herum, in der Richtung BB' entgegengesetzt. Die Geschwindigkeit ist in der Mitte $O = 0$, wächst nach der Peripherie, um jenseits zu erlöschen. Ähnliche Effekte kommen zustande, wenn man in geeigneter Weise ein Blatt Papier vor dem horizontal gelagertem Magnetpol anbringt und mit sehr fein verteiltem Eisenpulver in bekannter Art bestreut. Man erhält dann vier kleine,

abgegrenzte Kreise, deren Inneres leer ist, während an der Peripherie alles eilig in der oben angegebenen Richtung wandert.

Die Ursache dürfte in Schwingungen des Stabes D liegen, welche gemäss dem Takt des Wechselstroms eventuell unter gleichzeitigem Einfluss der Schwerkraft die Effekte ergeben.

(Eingegangen 12. Mai 1904.)

Dauernde elektrische Hauchfiguren.

Von Hans Axmann.

Eine eigentümliche Form sogenannter elektrischer Hauchfiguren gelang es dem Verfasser zu erzeugen bei Ableitung hochgespannter elektrischer Ströme auf Glasflächen. Im Gegensatz zu den sonst bekannten Blitzfiguren, welche unbeständig sind und sich durch Abwischen entfernen lassen, erwiesen sich die meinigen als dauernd. Wenigstens besitze ich Glasplatten, welche 10 Jahre alt, trotz aller Reinigung in schärfster Weise, beim Anhauchen stets wieder die alten Figuren zeigen. Unter dem Mikroskop bestehen dann an diesen Stellen auffallend kleine, runde Wassertröpfchen, welche sich scharf gegeneinander abgrenzen und das Licht eigentümlich brechen. — An diesen Glasplatten war auf keine der üblichen Methoden eine Veränderung nachzuweisen.

Hervorgerufen wurden diese Figuren am besten, wenn man einen Pol des Funkeninduktors (50 cm Schlagweite) mit dem Rande der Glasplatte verband, während der andere an die auf dem Glase lagernde, metallene Matrize Anschluss fand. Die Polrichtung war gleichgültig. Es erschien nur ein gewisser sanfter, nicht zu schwacher Druck unter gutem Anliegen am Glase nötig, weil sonst die Figuren nicht dauerten. Daher empfiehlt sich weiches Metall, das von einer Feder angedrückt wird. Die elektrischen Entladungen konnten, wie bei den gewöhnlichen Hauchfiguren, nach Ries und Karsten, auch dunkle sein.

(Eingegangen 12. Mai 1904.)

Tonfiguren.[1])

Von Julius Peiser.

Bei Gelegenheit des Reinigens dünner Glasplättchen — „Objektträger" und „Deckgläschen", wie sie in der mikroskopischen Technik verwandt werden — machte ich eine Beobachtung, die ich im folgenden zu beschreiben mir erlauben möchte.

Wenn ich die Glasplättchen, die ich an einem Ende festhielt, mit einem mit Alkohol befeuchteten Fliesspapier oder Leinwandläppchen rieb, entstand häufig ein höherer oder niederer Ton, wie er wohl jedem bekannt ist, in dessen Nähe gelegentlich einmal die Fensterscheiben des Zimmers trocken gerieben wurden. Dabei nun gewahrte ich, dass die dünne Alkoholschicht, welche die Oberfläche des Glases bedeckte, zugleich mit dem Entstehen des Tones sich wellenförmig im Verlaufe der Reibungsrichtung kräuselte. Entstand kein Ton, so zeigte sich auch die Wellenfigur nicht. Bei genauerem Zusehen konnte ich dann beobachten, dass beim Entstehen eines niedern Tones Wellen von grösserer Wellenlänge, beim Entstehen eines höheren Tones solche Wellen von geringerer Länge auftraten.

Indem der Alkohol verdunstete, verschwand das zierliche Bild rasch, und mein Bestreben war jetzt darauf gerichtet, jene Wellen zu fixieren: es handelte sich darum, eine Flüssigkeit zu finden, welche schnell verdunstet, jedoch einen feinen Rückstand hinterlässt. Als geeignete Flüssigkeit erwies sich für meinen Zweck eine Mischung von 96proz. Alkohol und einer starken Lösung von Kanadabalsam im Xylol. Vorteilhafter noch erwies sich eine nicht zu starke Aufschwemmung von Kieselguhr in

96proz. Alkohol. Mit Hilfe dieser Flüssigkeit gelingt es, namentlich bei langsamem Reiben, leicht, die Wellenfigur zur Anschauung zu bringen.

Die Wellenlänge ist nicht überall gleichmässig, wie sich deutlich besonders am Anfange der Wellen erkennen lässt. Ich halte dies für eine Folge einerseits verschiedener Intensität des Reibens in den aufeinander folgenden Zeiteinheiten, andererseits der Befestigung des Glasplättchens nur an einem Ende, und des Umstandes, dass anfangs eine ruhende, alsbald aber eine schwingende Glasplatte gerieben wird. In der Mitte sind die Wellenlängen gleich.

Da ich z. Z. durch anderweitige Arbeiten in Anspruch genommen bin, muss ich es mir leider versagen, meine Beobachtung weiter zu verfolgen, und mich damit begnügen, die Beobachtung als solche mitzuteilen.

(Eingegangen 13. Juli 1904.)

1) Eine Beobachtung am K. Physiologischen Institut der Universität Breslau.

Nachtrag zu meiner Arbeit: „Über die spektrale Energieverteilung der „Quecksilber-Lampe aus Quarzglas".“ [1])

Von E. Ladenburg.

Nachdem die im vorigen Heft erschienene Arbeit[1]) zum Druck abgesandt war, erschien von A. Pflüger[2]) in derselben Zeitschrift eine Arbeit: „Die Quecksilberlampe als ultraviolette Lichtquelle.“ Die Unterschiede zwischen den von Pflüger und mir erhaltenen Werten im ultravioletten Teile des Spektrums könnten vielleicht ihre Ursache in der verschiedenen Absorptionsfähigkeit der benutzten Quarzteile haben und die Aufklärung dieser Frage soll Gegenstand einer weiteren Untersuchung sein. Dass dagegen die Energie bei 546 $\mu\mu$ grösser ist als bei 578 möchte ich bestimmt behaupten, da diese Thatsache mit Quarz-Prisma und Quarz-Objektiven, mit Glasprisma und Glas-Objektiven, und mit Glasprisma und Spiegeln gefunden ist.

1) Diese Zeitschr. **5**. 525. 1904.
2) A. Pflüger, diese Zeitschr. **5**, 414, 1904.

(Eingegangen 11. August 1904.)

REFERATE.

Elektrotechnik.

Besorgt von Prof. Dr. H. Th. Simon.

M. Janet, Der Edison-Akkumulator, Untersuchungen aus dem Laboratoire d'Électricité. [Bull. Soc. Internat. des Électriciens. 2. Ser., T., III, 404—435 (1903).]

Von dem I. Teil der interessanten Arbeit sei folgendes erwähnt: Der Edison-Akkumulator ist ein Sekundärelement, bei welchem die aktiven Massen des negativen Pols aus einem Gemisch von Fe und FeO, die des positiven Pols aus Ni_2O_3, das bei der Ladung in NiO_2 übergeht, bestehen. Das Leitvermögen beider Substanzen wird durch Zusatz von Graphit erhöht. Charakteristisch für dieses Element ist, dass die aktiven Substanzen nicht unmittelbar in den Elektrolyt — 20 prozentige KOH — eintauchen, sondern von kleinen Kästen aus sehr dünnem Ni-Stahl eingeschlossen werden. Diese Kästchen zeigen auf ihren Breitseiten feine Durchbohrungen; die Ni-Hüllen mit Inhalt werden in die Maschen des Elektrodengitters eingepresst. 14 positive und ebensoviele negative Elektroden werden in einem vernickelten Behälter aus gewalztem Eisenblech isoliert montiert; die ganze Apparatur wird luftdicht abgeschlossen, um der Einwirkung der Kohlensäure der Luft auf den Elektrolyt zu begegnen.

Eine Theorie dieses Akkumulators giebt der Verfasser nicht. Die Frage, welche Rolle die Ni-Hülsen spielen, bleibt offen.

Hervorragendes Interesse beansprucht der II. Teil der Arbeit, die Resultate der zahlreichen und eingehenden Untersuchungen von M. Janet.

I. Der Abfall der E. M. K. des Edison-Akkumulators während der Entladung zeigt anfänglich grosse Ähnlichkeit mit dem Blei-Akkumulator; auf 0,75 Volt bleibt die E. M. K. einige Zeit konstant, fällt aber dann plötzlich auf 0,3 Volt. Dieses Verhalten ist charakteristisch für den Edison-Akkumulator. Der Verfasser vermutet, dass in der Phase vor dem plötzlichen Abfall die Reduktion von NiO_2 zu Ni_2O, und in der folgenden Phase die weitere Reduktion von Ni_2O_3 erfolgt.

II. Wird die Entladung bei 0,75 Volt unterbrochen, so steigt die E. M. K. nach ganz kurzer Zeit auf 1,3 Volt. Bei einem durchschnittlichen Ladestrom von 60 Amp. erreicht dann die E. M. K. der untersuchten Zelle einen Wert von 1,7 Volt, wo sie sich einige Zeit konstant hält und erlangt schliesslich den Wert 1,8 Volt; gleichzeitig findet Gasentwickelung (H_2 und O_2) statt.

III. Der innere Widerstand beträgt in geladenem Zustand 0,0025 Ohm, in entladenem 0,0035 Ohm.

IV. Die Kapazität sinkt bei wachsender Beanspruchung. Interessant ist ein Vergleich mit dem Blei-Akkumulator; bei schwachen Strömen zeigt der Blei-Akkumulator grössere Kapazität als der Edison-Akkumulator; wird die Beanspruchung auf etwa 7—9 Wattstunden pro Kilogramm gesteigert, so sinkt die spezifische Kapazität um 30 bis 40 Prozent. Stärkere Inanspruchnahme des Blei-Akkumulators ist nicht möglich, ohne ihn vollständig unbrauchbar zu machen. Dem Edison-Akkumulator dagegen können ohne Nachteil bis 26 Wattstunden pro Kilogramm entnommen werden; seine spezifische Kapazität sinkt in diesem äussersten Fall um 30 Prozent.

V. Bei wachsendem Ladestrom sinkt die Kapazität.

VI. Der Wirkungsgrad und Nutzeffekt steigen mit abnehmender aufgewandter Elektrizitätsmenge bezw. Energie. Wegen des Interesses, das dieser Punkt beansprucht, lassen wir einige Zahlen folgen:

Aufgenommene Elektrizitätsmenge in Amp.-Stunden	Abgegebene Elektrizitätsmenge in Amp.-Stunden	Wirkungsgrad %	Aufgenommene Energie in Watt-Stunden	Abgegebene Energie in Watt-Stunden	Arbeitnutzeffekt %
253	156	61,7	440	189	43,0
204	149	73,0	355	183	51,5
177	140	79,1	305	170	55,0

Die Zahlen dieser Tabelle gelten für Ladung und Entladung mit der gleichen Stromstärke von 50 Ampère.

Diese Versuche sprechen sehr zu Ungunsten des Edison-Akkumulators; der Blei-Akkumulator hat einen Arbeitsnutzeffekt von 75—80 Prozent.

VII. Bei steigender Temperatur steigt die Kapazität; die Arbeiten über diesen Punkt sind noch im Gange.

VIII. Die Kapazität der *Ni*-Elektrode ist fast ausschliesslich massgebend für die Gesamtkapazität des Edison-Akkumulators.

IX. Vorschriftswidriges Behandeln dieses Sammlers, z. B. Kurzschluss während längerer Zeit, langes Stehen in entladenem Zustand, Verwechselung der Pole beim Aufladen u. a. m. sind von keinem Einfluss auf die Kapazität.

Seine hohe Kapazität selbst bei ausserordentlicher Beanspruchung, seine grosse Widerstandsfähigkeit gegen die stärksten Ströme geben dem Edison-Akkumulator einen grossen Vorzug vor dem Blei-Akkumulator. K. Sauer.

(Eingegangen 25. März 1904.)

BESPRECHUNGEN.

Karl Scheid, Chemisches Experimentierbuch für Knaben. gr. 8. VIII u. 204 S. mit 78 Abbildgn. Leipzig, B. G. Teubner. 1904. Geb. in Leinw. M. 2,80.

Das für die reifere Jugend bestimmte Buch enthält ausser Beschreibungen der einfachsten Geräte und Handgriffe, die beim chemischen Arbeiten vorkommen, eine Anleitung zum Experimentieren und zur Herstellung der bekanntesten chemischen Verbindungen. Nicht nur anorganische Stoffe, sondern auch organische Verbindungen bis zu Zucker und Seife werden in den Bereich der Versuche gezogen, und der Verfasser hat ohne Zweifel seinen Vorsatz — ein Nebenstück zu den vielen physikalischen Experimentierbüchern zu geben — mit Geschick gelöst. Die zahlreichen, grösstenteils sehr zweckmässigen Abbildungen und ein umfassendes Sachregister erhöhen die Brauchbarkeit des Buches. M. Bose.

(Eingegangen 3. Juni 1904.)

G. Lunge, Technisch-Chemische Analyse. 12°. 128 S. mit 16 Abbildgn. Sammlung Göschen Nr. 195. Leipzig, G. J. Göschensche Verlagshandlung, 1904. M. —,80.

E. Wedekind, Stereochemie. 12°. 107 S. Mit 34 Figuren im Text. Sammlung Göschen Nr. 201. Leipzig, G. J. Göschen'sche Verlagshandlung. Gebunden M. —,80.

Das erste dieser Heftchen enthält eine kurze Anweisung für die mit technisch-chemischen Analysen beschäftigten Chemiker und behandelt aus dem Schatze reicher Erfahrung heraus die verschiedensten Untersuchungsmethoden auf diesem Gebiete. Der Inhalt des Büchleins liegt jedoch den Lesern dieser Zeitschrift zu fern, als dass ein näheres Eingehen an dieser Stelle gerechtfertigt erschiene.

Dagegen ist die kleine Stereochemie von Wedekind auch für Nichtchemiker von Interesse, da man hier in leichtverständlicher und übersichtlicher Form die wohlbekannten und auch die neuesten Lehren der Raumchemie kurz skizziert findet. Ausser der Stereochemie des Kohlenstoffs wird auch die des Stickstoffs, des Schwefels und Selens nebst den zugehörigen Theorien behandelt. Den Abschluss des Heftes bildet ein kurzer Überblick über die Beeinflussung chemischer Reaktionen durch räumliche Faktoren. M. Bose.

(Eingegangen 3. Juni 1904.)

A. Miethe, Dreifarbenphotographie nach der Natur nach den am photochemischen Laboratorium der technischen Hochschule zu Berlin angewandten Methoden. gr. 8. IX und 80 S. mit Abbildungen und 1 Farbdruck. Halle a. S., Wilhelm Knapp. 1904. M. 2,50.

Das hier vorliegende Heft 50 der Encyklopädie der Photographie bringt eine eingehende Beschreibung einer bewährten und allem Anscheine nach relativ auch sehr bequemen Methode der Photographie in natürlichen Farben nach dem Dreifarbenprinzip. Berufsphotographen wie Amateure werden diese von berufener Hand abgefasste, eingehende und klare Anleitung mit Freuden begrüssen. E. Bose.

(Eingegangen 3. Juni 1904.)

Hugo Bethmann, Die Hebezeuge. Elemente der Hebezeuge, Flaschenzüge, Winden und Krane. Ein Handbuch für Entwurf, Konstruktion und Gewichtsbestimmung. gr. 8. XII u. 475 S. mit 704 Abbildungen und 74 Tabellen. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn. 1904. M. 12,—

Für jeden näher ausgebildeten Zweig menschlichen Wissens ist es eine Vorbedingung, dass für ihn ein gemeinsames Verständigungsmittel vorhanden ist, durch das man möglichst genau und rasch die Gedanken austauschen kann. Für die konstruierende Technik dient hierzu vor allem die Zeichnung. Für ein wertvolles Lehr- und Handbuch irgendeines Konstruktionszweiges der Technik ist die gute Zeichnung eine notwendige Bedingung. — Für das vorliegende Buch von H. Bethmann, die Hebezeuge, ist diese Bedingung vollauf erfüllt. Die Zeichnungen sind nach Ausführung und Drucklegung vorbildlich, wie das ganze Werk von der bekannten Sorgfalt des Verlags zeugt. Die Reichhaltigkeit des Buches wird dem Anfänger im Berechnen der Elemente der Hebezeuge ebenso gerecht, wie es dem Konstrukteur der Praxis durch die in übersichtlichen Tabellen zusammengestellten Rechnungsresultate der notwendigen Maschinenelemente flottes Arbeiten gestattet. Die zahlreich beigefügten, klaren Zusammenstellungszeichnungen und Photographien fertiger Hebezeuge entsprechen der Mannigfaltigkeit, die gerade im Hebezeugbau herrscht.

H. Hort.

(Eingegangen 5. Juli 1904.)

M. Wilhelm Meyer, Die Naturkräfte. Ein Weltbild der physikalischen und chemischen Erscheinungen. gr. 8. XVI u. 671 S. mit 474 Abbildgn. im Text und 29 Tafeln. Leipzig, Bibliographisches Institut. 1903. geb. M. 17,—

Gegenüber der immer weiter fortschreitenden Spezialisierung der gesamten wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Thätigkeit erscheint der Versuch des bekannten Verfassers, „ein Weltbild der physikalischen und chemischen Erscheinungen" einem gebildeten und naturwissenschaftlich interessierten Laien-Publikum zu geben, äusserst verdienstlich und sehr willkommen, zumal, wenn dies in einer so ausserordentlich anregenden und geistvollen Weise wie in dem vorliegenden Buche geschieht. Bei durchweg klarer und reizvoller Darstellung erscheint die Fähigkeit des Verfassers, die im Weltall räumlich zerstreuten Phänomene der organischen und anorganischen Natur zu einem einheitlichen Gemälde zu verknüpfen, sehr anerkennenswert.

Eine eingehendere Angabe über den überaus reichen Inhalt des Werkes zu machen, der sich über alle Zweige der Physik, Chemie erstreckt und beständig Anwendungen dieser Wissenschaften auf Zoologie, Physiologie auf Botanik, Geologie und Mineralogie auf Himmelskunde bringt, kann nicht Aufgabe dieser Zeilen sein. Wer sich von der Methodik des Verfassers, von der so vielseitigen Ideenverknüpfung in dem Buche ein Bild machen will, dem empfehlen wir die Lektüre des Abschnittes über die photochemischen Vorgänge. — Wer einmal sich in ein solches Kapitel vertieft hat, wird nicht so leicht das Buch wieder zur Seite legen, sondern weiter den Reiz desselben auf sich wirken lassen.

Da eine Zahl bedeutender Gelehrter dem Verf. zur Seite gestanden haben, wie Riecke, Goldstein, Landolt u. a., so ist dadurch schon eine Berücksichtigung der neuesten Resultate der Wissenschaft, sowie die Zuverlässigkeit der Angaben durchaus verbürgt.

Die Ausstattung ist vortrefflich und dem Rufe des Bibliographischen Instituts in jeder Weise würdig.

Behrendsen.

(Eingegangen 24. Juni 1904.)

Jos. Gajdeczka, Maturitäts-Prüfungsfragen aus der Physik. 3., gänzlich umgearbeitete Auflage. gr. 8. III u. 207 S. mit 58 Abbildungen. Wien, F. Deuticke. 1904. M. 2,—

Für solche, die an einer höheren Lehranstalt die Maturitätsprüfung zu bestehen haben (also insbesondre wohl für die sogenannten Extraneer), hat der Verfasser das Buch als Hilfsmittel zum Repetieren der wichtigsten Lehren der Physik bestimmt. Seine Darstellung ist stets korrekt und klar, aber dabei kurz und gedrängt. Den jedesmaligen Kapiteln sind die Überschriften in Form von Fragen vorangeschickt, wodurch ein leichteres Orientieren ermöglicht wird, was wichtig ist, zumal irgendwelche Register nicht vorhanden sind. Eine streng systematische Reihenfolge ist nicht innegehalten, doch erscheint der Zusammenhang niemals gestört.

Die nötigsten Begründungen und Ableitungen auch in mathematischer Sprache sind vorhanden, so dass die Brauchbarkeit des Buches für den genannten Zweck wohl ausser Frage steht, um so mehr, als vielfach Beispiele und Aufgaben beigefügt sind.

Etwas zu kurz kommt die Elektrizitätslehre weg, innerhalb welcher leider der Potentialbegriff nicht eigentlich verwertet wird. Es wird seiner nur als Arbeitsgrösse einmal rechnerisch Erwähnung gethan, und die Formel für das Potential im elektrischen Felde angegeben.

Behrendsen.

(Eingegangen 24. Juni 1904.)

J. Traube, **Grundriss der physikalischen Chemie.** Lex. 8. VIII u. 360 S. mit 24 Abbbildgn. Stuttgart, F. Enke. 1904. M. 9,—, in Leinw. geb. M. 10,—.

Bei der grossen Zahl vorzüglicher Werke über physikalische Chemie muss sich bei jedem neu erscheinenden Buche über diesen Gegenstand immer eindringlicher die Frage erheben: Entspricht das neue Buch einem wirklichen Bedürfnisse? Diese Frage zu bejahen wird für den Referenten natürlich mit jedem neuen Lehrbuche schwerer. Da der Verfasser, wie er hervorhebt, die Absicht gehabt hat, ein besonders leicht verständliches Lehrbuch der physikalischen Chemie mit möglichst wenig Anforderungen an den Leser zu schreiben, so muss sich der Berichterstatter zu der Ansicht bekennen, dass in dieser Beziehung jedenfalls kein erkennbarer Vorzug vor anderen Werken erreicht worden ist. Vom Standpunkte des Verfassers aus muss andererseits als neu zugestanden werden, dass in dem vorliegenden Werke einmal Anschauungen mehr in den Vordergrund gerückt werden, welche in den übrigen Lehrbüchern nicht erheblich zu Worte kommen. Ob damit allerdings einem dringenden Bedürfnisse abgeholfen wird, möchte Referent dahingestellt sein lassen. Der Versuch, die für die physikalische Chemie nötige höhere Mathematik auf 10 Druckseiten zu entwickeln, muss als verfehlt bezeichnet werden. E. Bose.

(Eingegangen 3. Juni 1904.)

H. Hess, **Die Gletscher.** gr. 8. XI u. 426 S. Mit 8 Vollbildern, zahlreichen Abbildungen und 4 Karten. Braunschweig, F. Vieweg & Sohn. 1904. M. 15,—, in Leinw. geb. M. 16,—.

Das vorliegende, von der Verlagsbuchhandlung mit gewohnter Sorgfalt ausgestattete Buch bietet nicht nur dem Physiker eine Fülle des Interessanten, sondern auch jedem Freund der alpinen Natur, dem es nicht nur um das Sehen, sondern auch um das Verstehen zu thun ist, einen reichen Schatz von Kenntnissen und Erfahrungen über die wunderbare Gletscherwelt, deren erhabener Reiz und deren gewaltige Schönheiten jedem in der Erinnerung haften bleiben, der sie einmal recht zu geniessen Gelegenheit hatte. Obgleich rein wissenschaftlich die Gesamtheit der Gletscherphänomene auf Grund der neuesten Kenntnisse und Erfahrungen behandelnd, bietet die Darstellung doch überall auch jedem gebildeten Naturfreunde leichtfassliche Aufklärung und Anregung. Dem Referenten ist bei der Lektüre die Erinnerung an seine Genfer Studienzeit, an zahlreiche herrliche Touren wieder lebendig und neue Sehnsucht nach den Schönheiten der Hochgebirgs- und Gletscherwelt erweckt worden.

E. Bose.

(Eingegangen 3. Juni 1904.)

Richard Klimpert, **Lehrbuch der Akustik. 1. Band: Periodische Bewegungen, insbesondere Schallwellen.** Für das Selbststudium und zum Gebrauch an Lehranstalten bearbeitet nach System Kleyer. gr. 8. XI u. 217 S. mit 257 Erklärungen und 106 in den Text gedruckten Figuren, nebst einer Sammlung von 70 gelösten und analogen ungelösten Aufgaben, nebst den Resultaten der letzteren. Bremerhaven, L. v. Vangerow. 1904. M. 4,50.

In ca. 300 Fragen und Antworten nebst vielen sachlichen Erklärungen und über hundert Figuren wird das Gebiet der periodischen Bewegungen und namentlich der Schallwellen systematisch durchstreift und das Wesen der musikalischen Töne behandelt. Für das Selbststudium dürfte das mit Sorgfalt redigierte Buch in der That sehr geeignet sein, da es mit den geringsten möglichen Voraussetzungen operiert und an die Vorbildung des Lesers fast keinerlei Anforderungen stellt. Den Lesern dieser Zeitschrift kann das Buch natürlich nichts wesentlich Neues bieten. E. Bose.

(Eingegangen 4. August 1904.)

F. Reuleaux, **Abriss der Festigkeitslehre für den Maschinenbau.** gr. 8. XIII u. 128 S. Mit 75 Abbildungen. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn. 1904. M. 4,—

Das Buch ist ein besonderer Abdruck des ersten Teils von Reuleauxs neu erschienenem „Konstrukteur". Es kann deshalb naturgemäss nicht als selbständiges Buch, etwa als Ersatz einer Materialienkunde aufgefasst werden. Um den mit den Materialbeanspruchungsziffern rechnenden „Konstrukteur" mit dem Wesen seines Baumaterials vertraut zu machen, ist das Buch zweckentsprechend, wenn es auch etwas schematisierend wirkt. H. Hort.

(Eingegangen 15. Juli 1904.)

M. L. Marchis, **Thermodynamique I. Notions fondamentales.** Mit Vorrede von P. Duhem. Grénoble. Gratier et Rey. Paris, Gauthier Villars. 1904. Fr. 5,—.

Dass die für die zukünftigen Ingenieure in erster Linie bestimmte Thermodynamik von Mar-

chis, deren erster Band hier vorliegt, dem Leser mit gutem Gewissen empfohlen werden kann, dafür bürgt der Name Duhems, welcher dem Werke eine ausführliche Einleitung vorausschickt. Die Fundamentalbegriffe der Thermodynamik werden hier in durchweg elementarer und sehr übersichtlicher Weise behandelt. Da das Werk noch nicht vollständig vorliegt, möge dieser kurze Anzeige genügen. E. Bose.

(Eingegangen 3. Juni 1904.)

R. Blondlot, Rayons „N". Recueil des communications faites à l'académie des sciences. Paris, Gauthier Villars. 1904.

Ein Abdruck der in den Comptes rendus erschienenen Arbeiten des Verfassers von der angeblichen Polarisation der Röntgenstrahlen an bis auf die neueste Zeit. Diejenigen, welche es gelüstet, die *N*-Strahlen zum Gegenstande ihrer Arbeit zu machen, werden diese Sammlung der Blondlotschen Arbeiten gewiss begrüssen, zumal ein Phosphoreszenzschirm zur Beobachtung der geheimnisvollen Effekte beigegeben ist. Dem Referenten machen jedoch die Erläuterungen, die zur speziellen Handhabung des Schirmes gegeben werden, den Eindruck, als ob die Einwände von Lummer und von Baumhauer nur allzu berechtigt sind.

E. Bose.

(Eingegangen 3. Juni 1904.)

Max Roloff und Paul Berkitz, Leitfaden für das elektrotechnische und elektrochemische Seminar. Für Studierende der Elektrotechnik, Physik, Mathematik, physikalische und Elektrochemie, Maschinenbaukunde, sowie für den in der Praxis stehenden Ingenieur und Chemiker. gr. 8. VIII u. 296 S. mit 75 Figuren. Stuttgart, F. Enke. 1904. M. 6,—, in Leinw. M. 7,—.

Es liegt hier eine Sammlung durchgeführter Aufgaben vor, die sich auf elektrotechnische, elektrochemische und allgemein physikalisch-chemische Fragestellungen erstreckt. Zweck des Werkchens ist, den Studierenden an möglichst vielseitig ausgewählten Problemen die mathematisch und physikalisch richtige Angriffsweise zur Lösung und die sachgemässe Verwertung der Resultate zu zeigen. Für seminaristische Übungen und für Repetitionen wird das Buch in der Hand genügend vorgebildeter Studierender Gutes zu wirken imstande sein.

E. Bose.

(Eingegangen 3. Juni 1904.)

Jahrbuch der Elektrochemie. 9. Jahrgang. Berichte über die Fortschritte des Jahres 1902. Herausgegeben von Heinr. Danneel. gr. 8. XI u. 750 S. mit Abbildgn. Halle, W. Knapp. 1904. M. 24,—.

Das Jahrbuch der Elektrochemie ist seit einer Reihe von Jahren zum unentbehrlichen Handwerkszeug des Elektrochemikers und aller derer, welche in ihren wissenschaftlichen Arbeiten mit der Elektrochemie in Beziehung stehen, geworden. Es bedarf daher nur des Hinweises, dass jetzt der Bericht über die Fortschritte des Jahres 1902 in Gestalt eines stattlichen Bandes vorliegt, der sich seinen Vorgängern in Bezug auf Vollständigkeit, innere Abrundung und Ausstattung würdig anreiht.

E. Bose.

(Eingegangen 3. Juni 1904.)

Personalien.

(Die Herausgeber bitten die Herren Fachgenossen, der Redaktion von eintretenden Änderungen möglichst bald Mitteilung zu machen.)

Es wurden ernannt zu ausserordentlichen Professoren der Physik: Dr. Anton Lampe, Dr. Hans Benndorf, beide an der Universität Wien, Dr. F. Streintz an der Universität Graz. Zum etatsmässigen Professor für Maschineningenieurwesen an der technischen Hochschule zu Aachen der Regierungsbaumeister Reinhold Lutz, zum etatsmässigen Professor der Werkzeugmaschinenkunde an der technischen Hochschule zu Berlin Dr. Ingenieur Georg Schlesinger. Geh. Hofrat Dr. Karl Rohn, ordentlicher Professor für darstellende Geometrie an der Technischen Hochschule in Dresden wurde zum 1. April 1905 als ordentlicher Professor für Mathematik an die Universität Leipzig berufen.

Es erhielt die Professur für technische Physik und landwirtschaftliche Maschinenkunde, verbunden mit der Leitung des Institutes für technische Physik an der Universität Göttingen: Prof. Dr. Ludwig Prandtl, bisher Professor für Mechanik an der technischen Hochschule in Hannover.

Es habilitierten sich: Dr. K. Fritsch an der technischen Hochschule Darmstadt für Physik und Photographie, an der Universität Greifswald Dr. O. Anselmino für Chemie, an der Universität Berlin Dr. Ristenpart für Astronomie und Dr. E. Gehrcke für Physik.

Verliehen wurde der Titel als Professor: dem Privatdozent für Physik an der Universität Greifswald Dr. Karl Schreber und dem Abteilungsvorsteher am 1. Chemischen Institut der Universität Berlin Privatdozenten Dr. Robert Pschorr.

Der Lecomte-Preis von 50000 Franken für die interessanteste Leistung in der Physik ist von der Pariser Akademie der Wissenschaften dem Professor Blondlot für seine Untersuchungen über die N-Strahlen zuerkannt worden.

Gestorben: der ord. Professor emer. an der Universität St. Petersburg, Dr. Petr Petrovic van der Vliet (Physiker) im 65. Lebensjahre.

Gesuche.

Für das physikalische Institut der Technischen Hochschule in Darmstadt wird zu Anfang Oktober ein

Assistent

gesucht. Bewerbungen sind zu richten an Prof. Dr. K. Schering, Darmstadt, Hochschulstrasse 2.

Für die Redaktion verantwortlich Privatdozent Dr. Emil Bose in Göttingen. — Verlag von S. Hirzel in Leipzig.
Druck von August Pries in Leipzig.